

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2017

Bc. Antonín Gavlas

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Návrh a realizace vizualizace pro odprášení tandemové pece

**Design and Realization of User Interface for Dedusting System of
a Tandem Furnace**

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Antonín Gavlas**

Studijní program: N2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 2612T041 Řídicí a informační systémy

Téma: **Návrh a realizace vizualizace pro odprášení tandemové pece**
Design and Realization of User Interface for Dedusting System
of a Tandem Furnace

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Specifikace požadavků na realizaci uživatelského rozhraní pro odprášení tandemové pece.
2. Vytvoření testovací simulace.
3. Návrh a realizace vizualizace pro operátora.
4. Návrh a realizace vizualizace pro využití v rozvodně odprášení TP.
5. Propojení s programovatelným automatem a testování jednotlivých snímačů a zařízení.
6. Zhodnocení, diskuze dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BERGER, Hans. *Automating with SIMATIC*. 5th edition. Erlangen, Germany: Publicis Publishing, 2013, 284 p. ISBN 978-3895783876.
- [2] BERGER, Hans. *Automating with SIMATIC S7-1500: Configuring, Programming and Testing with STEP 7 Professional*. Hardcover, 2014. ISBN 978-3895784040.
- [3] BOYER, Stuart A. *SCADA: Supervisory control and data acquisition*. Research Triangle Park, N.C.: Instrument Society of America, c1993. ISBN 15-561-7210-9.
- [4] BAILEY, David a Edwin WRIGHT. *Practical SCADA for industry*. London: Elsevier, 2003. ISBN 0750658053.
- [5] MEHRA, Rajesh. *Plcs & Scada - Theory and Practice*. New Delphi: University Science Press, 2011. 320 s. ISBN 9381159114.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

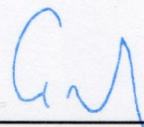
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vilém Srovnal, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma Návrh a realizace vizualizace pro odprášení tandemové pece vypracoval samostatně. Uvedl jsem, pod vedením vedoucího diplomové práce, všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Ostravě dne: 24. dubna 2017

.....
Podpis studenta

Prohlášení zástupce firmy Ingeteam a.s.

Souhlasím se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v magisterských programech VŠB-TU Ostrava.

V Ostravě dne: 24. dubna 2017

.....
Ing. Jaroslav Tyšer
(Zástupce firmy Ingeteam a.s.)

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Vilému Srovnalovi, Ph.D., vedoucímu oddělení automatizace firmy Ingeteam panu Ing. Jaroslavu Tyšerovi a panu Ing. Antonínovi Kučerovi za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této diplomové práce.

Poděkování patří Bohu a rodině, která mě po celou dobu studia podporovala a povzbuzovala.

Abstrakt

Úkolem diplomové práce je vytvořit přehledné grafické zobrazení dostupných prvků ve vizualizačním softwaru pro technologii odprášení tandemové pece, která se nachází ve společnosti ArcelorMittal Ostrava a. s.

Základní teoretická část se věnuje možnostem využití vizualizačního softwaru a technologii odprášení tandemové pece. Následně popisuje simulační software, který v testovací části zastupuje technologický celek. Testování proběhlo ve firmě Ingeteam a.s, která má tento projekt na starost. Praktická část je rozdělena, podle způsobu využití, do dvou hlavních částí. První část se věnuje praktickému využití vizualizačního softwaru Promotic pro operátora. Druhá část nabízí pohled na vizualizační software od firmy Siemens, který bude ve formě dotykového panelu umístěn v rozvodně odprášení tandemové pece. Závěr této práce obsahuje zhodnocení dosažených výsledků a dosavadní hardwarové řešení pro uvedení do provozu.

Klíčová slova

Odprášení tandemové pece, Simulace, WinMOD, Vizualizace, Promotic, WinCC Basic

Abstract

A task of diploma thesis is to create a clear graphical view of available elements in the visualization software for technology of Dedusting System of Tandem Furnace, which is located the company ArcelorMittal Ostrava a. s.

The fundamental theoretical part is focused on possibilities of using visualization software and technology of Dedusting System of Tandem Furnace. Subsequently it describes the simulation software, which represents technology in test part. Test part was finished in company Ingeteam a. s, which is an owner of this project. The practical part includes, by type of use, two main parts. The first part deals with practical use of visualization software Promotic for an operator. The second part offers view over visualization software from company Siemens, which will be in the form of a touch panel in substation of Dedusting of Tandem furnace. The conclusion of this thesis contains valorisation of reached results and existing hardware solution for commissioning.

Key words

Dedusting System of Tandem furnace, Simulation, WinMOD, Visualization, Promotic, WinCC Basic

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Popis dostupné technologie.....	3
2.1 Funkční analýza.....	3
2.1.1 Najíždění	4
2.1.2 Normální provoz	4
2.1.3 Doběh	4
3. Vizualizace.....	5
3.1 Vizualizační systém.....	5
3.1.1 HW realizace uživatelského rozhraní.....	6
3.1.1.1 Operátorský panel	6
3.1.1.2 Vizualizační stanice.....	7
3.1.1.3 Vizualizační panel	7
3.1.1.4 Webové rozhraní	7
3.2 Vizualizační SW.....	8
3.2.1 InTouch	8
3.2.2 Promotic	9
3.2.3 WinCC Basic.....	10
3.2.4 Další možnosti.....	11
3.2.4.1 MySCADA.....	11
3.2.4.2 Citect	12
4. Simulace.....	13
4.1 Využití v praxi.....	13
4.2 Praktická realizace simulace ve vývojovém prostředí WinMOD	14
4.2.1 HW konfigurace	14
4.2.2 Důležité vlastnosti vytvořené simulace	16
4.2.3 Menu pro práci s okny.....	17
4.2.4 Přehledové okno	17
4.2.5 Okna pro jednotlivá pole filtru	19
5. Zpracování vizualizace pro operátora.....	22
5.1 Výhody a nevýhody	22

5.2	HW konfigurace	22
5.3	Hlavní přehledové vizualizační okno	23
5.3.1	Přihlašovací obrazovka	24
5.4	Analogové měření	25
5.4.1	Vizualizační prvek analogového měření	25
5.4.2	Vyskakovací okno analogového měření.....	26
5.5	Digitální měření.....	27
5.5.1	Vizualizační prvek digitálního měření	27
5.5.2	Vyskakovací okno digitálního měření.....	28
5.6	Ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel.....	29
5.6.1	Vizualizační prvek pro ovládání ventilátorů a čerpadel	29
5.6.2	Vyskakovací okno pro ovládání ventilátorů a čerpadel	30
5.7	Ovládání ventilů	31
5.7.1	Vizualizační prvek pro ovládání ventilů	32
5.7.2	Vyskakovací okno pro ovládání ventilů.....	32
5.8	Podmínky provozu (Interlocks).....	33
5.8.1	Vizualizační prvek pro podmínky provozu jednotlivých zařízení.....	34
5.8.2	Vyskakovací okno pro podmínky provozu jednotlivých zařízení	34
5.9	Alarmy.....	35
5.9.1	Vizualizační prvek pro alarmní stavy dostupných zařízení.....	35
5.9.2	Vyskakovací okno pro alarmní stavy dostupných zařízení	36
6.	Zpracování vizualizace v rozvodně odprášení TP	37
6.1	Výhody a nevýhody	37
6.2	HW konfigurace	38
6.3	Hlavní přehledové vizualizační okno	38
6.3.1	Servisní menu	40
6.4	Analogové měření	41
6.4.1	Faceplate analogového měření	41
6.4.2	Vyskakovací okno analogového měření.....	42
6.5	Digitální měření.....	43
6.5.1	Faceplate digitálního měření	43
6.5.2	Vyskakovací okno digitálního měření.....	44

6.6	Ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel.....	45
6.6.1	Faceplate pro ovládání ventilátorů a čerpadel	45
6.6.2	Vyskakovací okno pro ovládání ventilátorů a čerpadel	46
6.7	Ovládání oplachových ventilů.....	47
6.7.1	Faceplate pro ovládání oplachových ventilů	47
6.7.2	Vyskakovací okno pro ovládání oplachových ventilů.....	48
6.8	Ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu	49
6.8.1	Faceplate pro ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu.....	49
6.8.2	Vyskakovací okno pro ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu	50
6.9	Podmínky provozu (Interlocks).....	51
6.9.1	Vizualizační prvek pro podmínky provozu jednotlivých zařízení.....	51
6.9.2	Vyskakovací okno pro podmínky provozu jednotlivých zařízení	52
6.10	Alarmy.....	53
6.10.1	Vizualizační prvek pro alarmní stavy dostupných zařízení.....	53
6.10.2	Vyskakovací okno pro alarmní stavy dostupných zařízení	54
7.	Uvedení do provozu	56
8.	Závěr.....	57
	Literatura.....	59
	Seznam příloh	1

Seznam použitých symbolů a zkratek

BETH	Technologie (elektrofiltr BETH)
DB	Datový blok v programovacím SW TIA Portal od firmy Siemens
DDE	Dynamic Data Exchange (Dynamická výměna dat)
HMI	Human Machine Interface (Rozhraní mezi uživatelem a strojem)
HW	Hardware
I/O	Inputs and Outputs (Vstupy a Výstupy)
MMI	Man Machine Interface (Rozhraní mezi uživatelem a strojem)
OPC	Ole Process Control (Komunikační rozhraní mezi hardware a software produkty v průmyslové automatizaci)
PC	Personal computer – osobní počítač
PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný logický automat)
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Dispečerské řízení a sběr dat)
SW	Software
TP	Tandemová pec
VN	Vysoké napětí u elektrofiltru BETH

Seznam obrázků

Obr. 1 – Původní vizualizace v rozvodně odprášení TP	3
Obr. 2 – Elementární vizualizační systém.....	5
Obr. 3 – Pyramida struktury počítačově řízené výroby.....	6
Obr. 4 – Grafický vývojový editor „Wizards“ ve vizualizačním prostředí InTouch	8
Obr. 5 – Grafický vývojový editor „Paleta prvků“ ve vizualizačním prostředí Promotic.....	9
Obr. 6 – Grafický vývojový editor „Toolbox“ ve vizualizačním prostředí WinCC Basic 1. část	10
Obr. 7 – Grafický vývojový editor „Toolbox“ ve vizualizačním prostředí WinCC Basic 2. část	11
Obr. 8 – Testování technologie bez využití simulačního SW	13
Obr. 9 – Testování technologie s využitím simulačního SW	14
Obr. 10 – Konfigurator sběrnice Profibus A74 v simulačním SW WinMOD	15
Obr. 11 – HW konfigurace v simulačním SW WinMOD	15
Obr. 12 – Makro pro simulování prvku „Ventilátor M13“	16
Obr. 13 – Menu simulační aplikace	17
Obr. 14 – Hlavní přehledové okno	18
Obr. 15 – Analogové měření a chod VN pro pole č. 1	19
Obr. 16 – Ventily čistého a špinavého vzduchu (M1 a M5) pro pole č. 1	20
Obr. 17 – Ventil oplachové vody (M9) pro pole č. 1	21
Obr. 18 – Vizualizační obraz „Přehled“ v SW Promotic	23
Obr. 19 – Vizualizační obraz pro přihlášení uživatele	24
Obr. 20 – Rozpracovaný vizualizační prvek analogového měření.....	25
Obr. 21 – Vizualizační obraz analogového měření proudu VN agregátu pole č. 1.....	26
Obr. 22 – Rozpracovaný vizualizační prvek digitálního měření.....	27
Obr. 23 – Vizualizační obraz digitálního měření tlaku oplachové vody pole č. 1	28
Obr. 24 – Rozpracovaný vizualizační prvek pro ovládání ventilátorů a čerpadel.....	30
Obr. 25 – Vizualizační obrazy pro ovládání oběhových čerpadel M20/M21 a ventilátoru M13	31
Obr. 26 – Rozpracovaný vizualizační prvek pro ovládání ventilu	32
Obr. 27 – Vizualizační obraz pro ovládání ventilu oplachové vody M9.....	33
Obr. 28 – Rozpracovaný vizualizační prvek pro indikaci podmínek (Start, Run a Stop)	34
Obr. 29 – Vývojový vizualizační obraz pro indikaci podmínek provozu vybraných zařízení.....	35
Obr. 30 – Rozpracovaný vizualizační prvek pro alarmní stavy	35
Obr. 31 – Vizualizační obraz pro všechny dostupné alarmy	36
Obr. 32 – Převodník USB – Profibus.....	38
Obr. 33 – Vizualizační okno „Přehled“	39
Obr. 34 – Vizualizační okno „Servisní menu“	40
Obr. 35 – Faceplate analogového měření.....	41
Obr. 36 – Vizualizační okno analogového měření proudu VN agregátu pole č. 1.....	42
Obr. 37 – Faceplate digitálního měření.....	43
Obr. 38 – Vizualizační okno digitálního měření tlaku oplachové vody pro pole č. 1	45

Obr. 39 – Faceplate pro ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oplachových čerpadel.....	46
Obr. 40 – Vizualizační okno pro ovládání ventilátoru ofukového vzduchu M13	47
Obr. 41 – Faceplate pro ovládání oplachových ventilů.....	48
Obr. 42 – Vizualizační okno pro ovládání ventilů oplachové vody M9	49
Obr. 43 – Faceplate pro ovládání ventilu čistého vzduchu	50
Obr. 44 – Vizualizační okno pro ovládání ventilu čistého vzduchu M1	51
Obr. 45 – Faceplate pro podmínky provozu zařízení (Interlocks).....	52
Obr. 46 – Vizualizační okno podmínek pro start ventilátoru ofukového vzduchu M13	53
Obr. 47 – Faceplate pro alarmy	54
Obr. 48 – Vývojová část vizualizačního okna pro identifikaci alarmních stavů	54
Obr. 49 – Rozvodná skříň	56

1. Úvod

Hlavním úkolem této práce je vytvořit přehledné grafické prostředí pro monitorování a ovládání technologie odprášení tandemové pece (TP) ve společnosti Arcellor Mittal Ostrava. Stávající technologii doposud reprezentovala vizualizace, ze které byl zřejmý pouze fakt, že je daný filtr aktivní či nikoliv. K různým úpravám se na rozvodných skříních v rozvodně odprášení TP využívala klasická HW tlačítka, která představovala společně se signalizačními svítidly jedinou možnost, jak danou technologii řídit. Celkově se však jednalo o řešení s komplikovanějším přístupem k řízení přinejmenším z jednoho důvodu. Tím je jistě dostupnost pro případné úpravy, která je mnohem složitější a časově náročnější, protože je možná právě jen v rozvodně odprášení TP. Tento typ rozvodu bývá totiž zpravidla umístěn v horních patrech výrobních hal. Rozvodna se v této práci nachází přímo na střeše haly Ocelárna, ke které se lze dostat buď malým výtahem kousek od provozní části, případně svépomocí pěšky, a to po točivém, poměrně dlouhém schodišti. Mnohdy jsou také některé prvky dostupné vizualizace nefunkční, což je pro reálný provoz značná komplikace, a navíc často dochází k nekorektní funkci celé technologie. Výsledkem může být fakt, že TP mnohem více znečišťuje životní i pracovní prostředí. Z těchto důvodů se postupně vytvořila tato diplomová práce, která přistupuje k vizualizaci komplexněji a umožňuje sledování veškerých dostupných stavů na různých místech (vzdáleným připojením k firemní síti třeba i z domu).

Vývojová a testovací fáze byla zpracována ve společnosti Ingeteam a.s. Technologie odprášení TP se v této fázi nahradila simulačním SW, který nabízí několik výhod, případně nevýhod (viz.4). K jednotlivým zařízením se vytvořily simulační bloky a napojily příslušné analogové a digitální I/O (viz. 4.2). Na základě dostupných I/O lze poté otestovat PLC program a vizualizační řešení, ovšem stále za předpokladu, že se nejedná o reálný technologický celek a případné chyby či omezení se při uvedení do provozu (commissioning) mohou projevit. Následuje praktické zpracování vizualizace. Z hlediska realizace bylo nutné respektovat několik hlavních požadavků. Jedním z nich byl fakt, že vizualizace bude paralelně aktivní na dvou místech, tzn. poběží jako součást vizualizace celé TP a také v rozvodně odprášení TP.

První vizualizační část nabízí řešení pro operátora, který může, v případě potřeby, manuálně definovat základní parametry jednotlivých prvků přímo z operátorského pracoviště a zároveň má k dispozici vizualizaci celé TP. V tomto případě se využívá vizualizační prostředí české firmy Promotic. Provoz vizualizačního SW zajišťuje vizualizační stanice (viz. 3.1.1.2). Možnosti tohoto SW jsou v rámci teoretického základu blíže popsány v podkapitole 3.2.2. Praktické řešení této vizualizační části je uvedeno v kapitole 5. Z hlediska reálného využití se jedná o část řešení, jejímž hlavním úkolem není modifikace stavů dostupných zařízení, ale spíše kontrola a případné nahlášení možných chybových událostí. Právě spojení odprášení s celkovým konceptem vizualizace TP je velice výhodné a nabízí například již zmíněnou dostupnost celého vizualizačního řešení v podstatě odkudkoliv. Je zde také předpoklad, že se tento způsob řešení nebude v delším časovém horizontu měnit nebo alespoň vydrží do okamžiku, ve kterém se bude případně modifikovat vizualizační SW pro celou TP.

Druhá část poté využívá, z hlediska použitého HW, dotykový panel, který bude, na základě přímých požadavků od servisních pracovníků, nově umístěn v rozvodně odprášení TP. Tento panel se programuje ve vizualizačním prostředí od firmy Siemens, tj. WinCC Basic (součást programovacího SW TIA Portal). Řešení pomocí dotykového panelu umožní obsluhujícímu uživateli, v případě poruch, zcela konkrétně zasáhnout do této technologie a bude se zde řešit také většina případných úprav a vylepšení. Obsluhujícím uživatelem se v rámci rozvodny odprášení TP rozumí primárně servisní pracovník. Hlavní možnosti vizualizačního SW jsou blíže popsány v teoretické části (viz.3.2.3). Praktická část tohoto řešení je k dispozici v kapitole6.

Uvedení do provozu (commissioning) ve společnosti ArcelorMittal Ostrava a. s. by mohlo přinést mnoho postřehů a zkušeností. Nakonec se však tento úkon stihnout nemohl (viz. 8). Potřebné HW zapojení je uvedeno v kapitole7. Nejprve se veškeré dostupné prvky musí umístit do rozvodné skříně, korektně zapojit a následně ověřit jejich elementární funkci, nejlépe ještě v testovacích podmínkách ve firmě Ingeteam a. s.

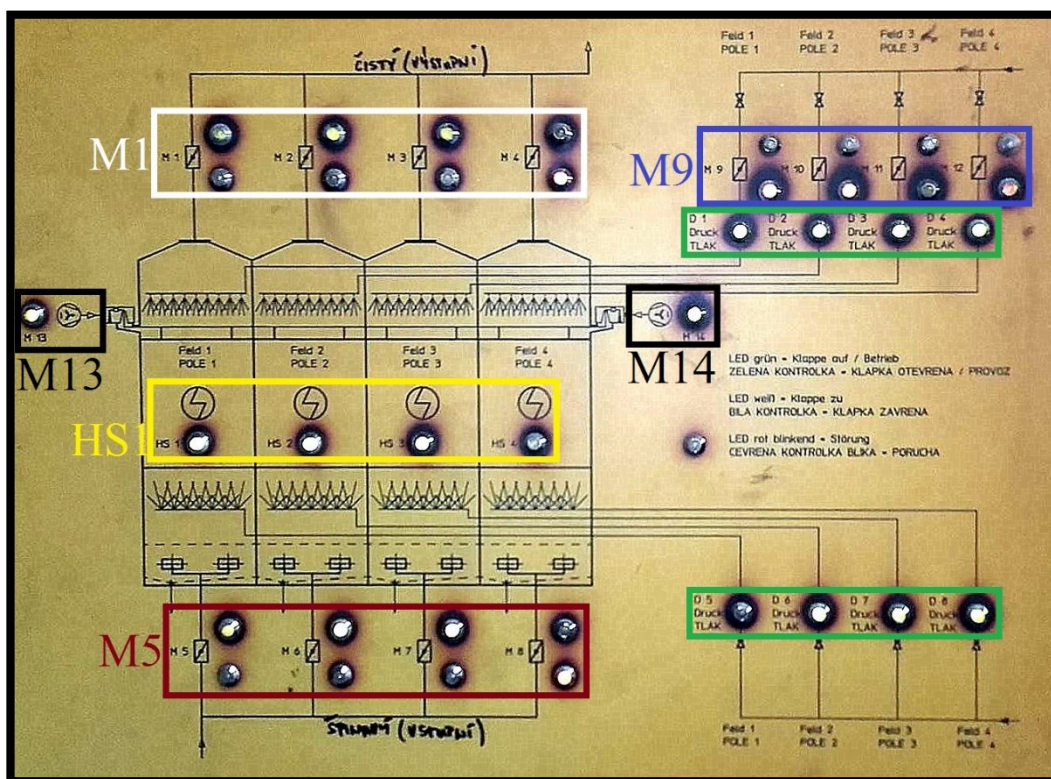
2. Popis dostupné technologie

V této diplomové práci se zpracovává vizualizace pro technologii odprašení tandemové pece (TP). Tandemovou pec lze zjednodušeně definovat jako agregát pro výrobu oceli. Při výrobě oceli se v této peci využívá fyzikálního tepla spalin a chemického tepla oxidu uhelnatého. Teplo poté předehtřívá pevný, později tekutý podíl vsázky. Dmycháním kyslíku na hladinu tekutého kovu se následně docílí procesu zkujňování surového železa. Technologie odprašení TP slouží k čištění průmyslového odpadního vzduchu a spalin při určité teplotě (v blízkosti rosného bodu plynu). Hlavní součástí je mokrá elektrofiltr BETH, který obsahuje 4 paralelní pole. Jednotlivá pole obsahují různá zařízení, která jsou postupně, z hlediska elementární funkce, popsána v podkapitole 2.1. Podrobněji se této technologii věnuje v části funkční popis můj kolega (viz.[1]). [2]

2.1 Funkční analýza

Původní vizualizace, která se nachází v rozvodně odprašení TP, je k dispozici na **Obr. 1**. Řízení technologie odprašení TP je realizováno pomocí PLC a sekvenčně rozděleno do tří hlavních částí, které souvisí s časovým harmonogramem a funkcí jednotlivých zařízení:

1. **Najíždění**
2. **Normální provoz**
3. **Doběh**



Obr. 1 – Původní vizualizace v rozvodně odprašení TP

Horní část obrázku vyplňuje bílý (ventily čistého výstupního vzduchu *M1 až M4*), modrý (oplachové ventily *M9 až M12*) a první zelený (kontrola tlaku před oplachovými ventily) obdélník. Na středový žlutý (signalizace stavů *HS1 až HS4* agregátů VN) a černý (ventilátory ofukového vzduchu *M13 a M14*) navazují ve spodní části tmavě červený (ventily špinavého vstupního vzduchu *M5 až M8*) a v pořadí druhý zelený (kontrola tlaku na výstupu ventilů špinavého vzduchu) obdélník. Z hlavních prvků chybí oběhová čerpadla (proplach všech polí filtru). Následuje popis jednotlivých částí celé technologie, který se odkazuje na **Obr. 1**. Nejdůležitější části je normální provoz, který je většinou aktivní po značnou dobu provozu technologie a zajišťuje proplach všech polí filtru.

2.1.1 Najíždění

Prvotní proces najíždění primárně slouží k zapnutí prvků, které jsou aktivní zpravidla po celou pracovní dobu filtru. Mezi tyto prvky patří jednoznačně ventilátory ofukového vzduchu (*M13 a M14*), jež se vypínají až při doběhu celé technologie. Důležité požadavky pro chod v tomto režimu je poté potřeba hledat u jednotlivých zařízení, které nesmí být v poruše a všechny ventily je také nutné uzavřít. Po splnění těchto požadavků lze uskutečnit vlastní najíždění. Hlavní část tohoto procesu tvoří zmíněné ventilátory ofukového vzduchu, na které navazuje proplach jednotlivých polí filtru pomocí oběhových čerpadel. Závěr celého procesu najíždění je ekvivalentní s počátečními podmínkami pro následující normální provoz (v podstatě i pro Doběh – viz. 2.1.3), tzn. zapnutí 4 agregátů vysokého napětí (*HS1 až HS4*), po kterém dojde k otevření ventilů čistého a špinavého vzduchu (*M1 a M5*).[3]

2.1.2 Normální provoz

Normální provoz již využívá zmíněné počáteční podmínky pro svůj start. Tento režim je závislý na odpichu TP (na konci výroby oceli v TP), která vyše signál a následně je možné vykonat příslušnou sekvenci příkazů vždy pro jedno pole, které je v danou chvíli aktivováno. Například bude aktivní pole č. 1. Nejprve dojde k sepnutí oběhových čerpadel, vypnutí příslušného agregátu vysokého napětí (*HS1*) a zavření odpovídajících ventilů čistého a špinavého vzduchu (*M1 a M5*). Poté se uskuteční proplach pomocí příslušného oplachového ventilu (*M9*). Nakonec bude aktivní znovu agregát vysokého napětí (*HS1*), na který rovněž navazují ventily čistého a špinavého vzduchu (*M1 a M5*). Tato sekvence je shodná pro jednotlivá pole, samozřejmě s využitím příslušných ventilů. Při každém pátém odpichu TP se navíc propláchnou všechny pole filtru současně.[3]

2.1.3 Doběh

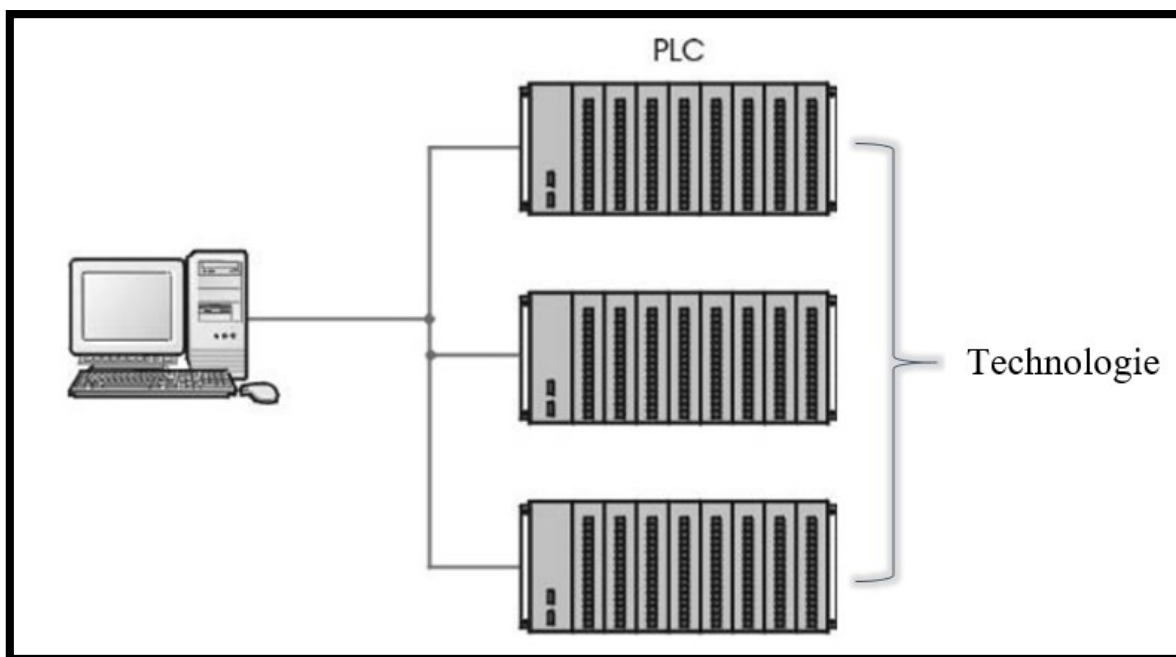
Doběh zařízení, jak již název napovídá, poslední fáze, s jejímž koncem bude dané zařízení znovu připravené, alespoň dle naprogramované sekvence, k dalšímu spuštění, tj. Najíždění. Samozřejmě zde hrají roli případné poruchy přímo na jednotlivých prvcích, které musí vyřešit servisní pracovníci. Doběh je odstartován tím, že se uzavřou ventily čistého (*M1*) a špinavého (*M5*) vzduchu. Poté dojde k vypnutí všech agregátů vysokého napětí a obou ventilátorů ofukového vzduchu (*M13 a M14*). Následuje zapnutí oběhových čerpadel, které slouží k postupnému proplachu jednotlivých polí (postupné otevírání a zavírání oplachových ventilů *M9, M10, M11, M12*). Závěrem se ještě tyto ventily otevrou pro odvzdušnění technologie.[3]

3. Vizualizace

Pojem vizualizace je podle slovníku cizích slov spojen s několika významy. Může se jednat o náhled, ukázkou či zobrazení. V této práci je však tento pojem souvisí s technologickým procesem odprášení TP. Z tohoto důvodu je potřeba vnímat vizualizaci jako určitou formu zviditelnění technologického procesu. Vizualizační SW tedy umožňuje sledovat a řídit daný technologický proces. Navíc lze důležité vlastnosti procesu archivovat, vyvolat různé alarmy apod. Jedna z definic říká, že vizualizace umožňuje operátorovi (vyškolený pracovník, který obsluhuje danou vizualizaci) definovat relevantní parametry na vzdálených řídicích jednotkách, otevírat či zavírat ventily a přepínače, monitorovat alarmy a shromáždit naměřené hodnoty daných veličin, a to vše na poměrně širokém spektru technologických procesů. Veškerá snaha při vývoji vizualizace směřuje k eliminaci rutinní práce a zvýšení její kvality. [4][5]

3.1 Vizualizační systém

Jedním z nejdůležitějších pojmů, který zahrnuje soubor technických a programových prostředků pro vizualizaci řízeného technologického děje, je jistě **Vizualizační systém** (viz. **Obr. 2**). Tento systém využívá různé zkratky, např. **MMI**, **HMI** nebo **SCADA**. [4]

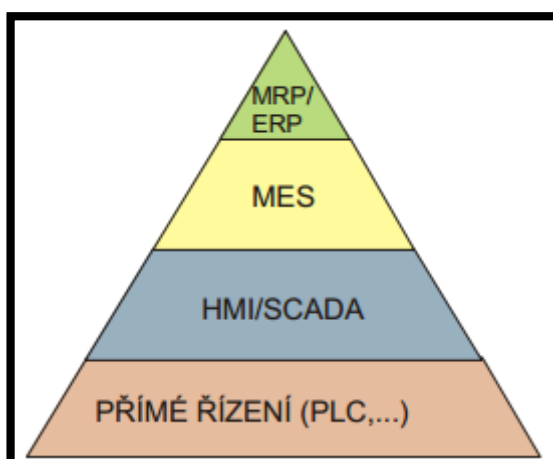


Obr. 2 – Elementární vizualizační systém [6]

Pro zajištění chodu celého systému je potřeba propojit technické prostředky, tj. PLC, komunikační linku, HW realizaci uživatelského rozhraní (viz. 3.1.1 - může být i volitelná součást) a případně PC, na které lze instalovat potřebné programové vybavení. Vizualizační programové vybavení (vizualizační SW) se vyznačuje následujícími relevantními vlastnostmi[4]:

- Grafická interpretace dostupné technologie
- Popsání řízeného děje
- Sledování zvláštních a chybových stavů (alarmy)
- Sledování závislosti vybraných parametrů na čase (trendy)

Vizualizační systém je v dnešní době zcela samozřejmou součástí „počítačově řízené výroby“. Na **Obr. 3** je k dispozici grafický pohled na pyramidovou strukturu výroby, jejímž základním stavebním kamenem musí být jednoznačně přímé řízení (například pomocí PLC), na které hned v další vrstvě navazuje právě, v této práci důležitý vizualizační systém (HMI/SCADA). Vrstva MES slouží primárně k optimalizaci a zdůraznění větší efektivity výroby. Na vrcholu pyramidy je nakonec vrstva MRP/ERP, která se stará o vzájemnou součinnost výrobních celků (vedoucí pracovníci a jejich informační systémy). [7]



Obr. 3 –Pyramida struktury počítačově řízené výroby [7]

3.1.1 HW realizace uživatelského rozhraní

Z hlediska použitého HW se využívají různá zařízení, která jsou pro specifické podmínky v praxi nezbytná a nelze je zaměnit. Mezi typické znaky totiž často patří robustnost nebo dostatečná odolnost vůči vnějším vlivům.

3.1.1.1 Operátorský panel

Operátorské panely se většinou označují již zmíněnou zkratkou HMI. Dělí se na textové a grafické, z nichž právě textové jsou pro rozsáhlejší aplikace nevhodné (U společnosti Siemens například nejnižší řada PLC – Logo). [7][8]

Grafická podoba těchto zařízení již obsahuje displej s tlačítky (v dnešní době HW i SW provedení tlačítek) a je umístěna zpravidla tam, kde se řídí dostupná technologie. Využívá se primárně k ovládání a indikaci stavů zařízení tak, aby obsluhující uživatel mohl poměrně jednoduše řídit různé parametry, a to bez nutnosti modifikace programu v PLC. Operátorské panely jsou odolná a spolehlivá zařízení (podobně jako PLC). Konkrétní aplikace lze vytvářet v různých programovacích prostředích. První možností je samostatné vývojové prostředí (může být sofistikovanější) nebo přímo v programovacím SW pro daný typ PLC. V této práci se použitý dotykový panel (viz. 6) programuje v SW TIA Portal, který umožňuje, na základě HW konfigurace, modifikovat uživatelské programovací prostředí tak, aby byly dostupné veškeré možnosti pro grafický vývoj, jenž se poté napojuje na signály z PLC. [7][8]

3.1.1.2 Vizualizační stanice

Vizualizační stanice, často označeny zkratkou SCADA, jsou průmyslové odolné PC. Vyznačují se odolností vůči prachu a hlavně tím, že neobsahují žádné ventilátory (například se využívá pasivní chlazení). Tyto stanice neobsahují vlastní zobrazovací jednotku, ale je na nich spuštěna vizualizace ve formě SW aplikace. Nejčastěji se zde však využívá operační systém (například Windows), který sebou přináší několik omezení a nelze se na něj spolehnout tak, jako třeba na PLC. Vizualizační stanice jsou svým zaměřením vhodné jako řešení pro operátory (v této práci viz. 5) v různých výrobních provozech (například centralizované pracoviště – velíny). [7][9]

3.1.1.3 Vizualizační panel

Vizualizační panel nabízí řešení, které se již v dnešní době používá spíše ve speciálních případech. Jedná se totiž o poměrně bytelný, často robustní panel s různými tlačítky, přepínači a signálkami. Tento způsob je však například u rozsáhlejších aplikací značně nepřehledný a jeho umístění do dveří rozvaděče, případně v rámci ovládacího pultu, přináší komplikovanější přístup k řízení. Jednoduché aplikace se pro toto řešení hodí mnohem více, přesto se právě u nich musí počítat s tím, že celková realizace je, například vzhledem k vizualizační stanici, mnohem komplikovanější a zbytečně finančně náročná. Dnes se toto řešení přesto stále používá, a to primárně při havarijních stavech dané technologie. [7]

3.1.1.4 Webové rozhraní

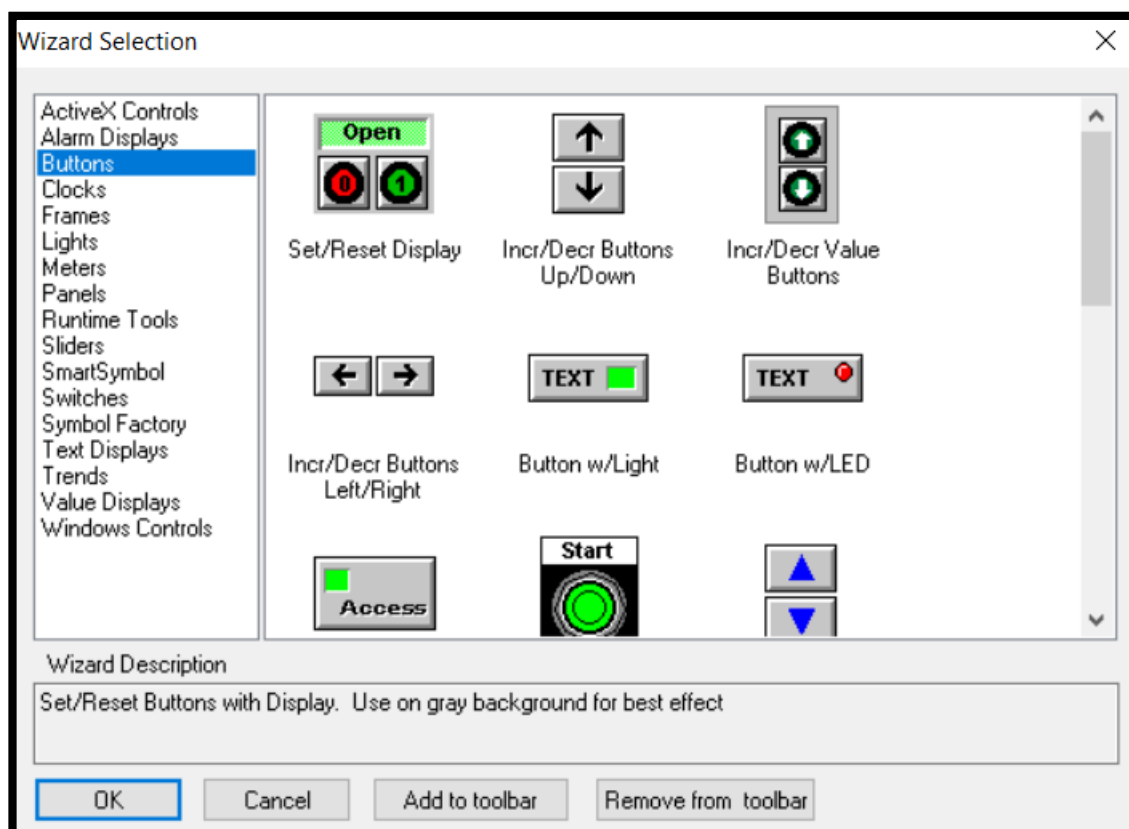
V dnešní době již mnoho výrobců využívá pro poměrně rychlou a přehlednou grafickou interpretaci tzv. webovou komponentu. Jedná se o řešení, které nabízí například česká firma Microsys spol. s r. o., ve svém SW řešení Promotic (viz. 3.2.2). Jednu z hlavních výhod lze spatřit v tom, že zde existuje možnost pro obsluhující uživatele, aby prohlíželi data bez ohledu na nainstalované vývojové prostředí Promotic. Tímto způsobem je tedy možné v podstatě odkudkoliv, v rámci sítě, sledovat stavy jednotlivých prvků příslušné technologie. [7][13]

3.2 Vizualizační SW

Vzhledem k tomu, že je na trhu dostupné poměrně široké spektrum vizualizačního SW, jsou v textu uvedeny podrobnější informace k vizualizačním prostředím velkých firem, mezi které patří Wonderware (InTouch) nebo Siemens (WinCC Basic). Pro tuto práci je také důležitý SW od české firmy Microsys (Promotic). Nakonec jsou zmíněny i vizualizační řešení dalších méně známých firem.

3.2.1 InTouch

Wonderware InTouch patří mezi světovou špičku v kategorii vizualizačních systémů SCADA/HMI. Toto SW řešení je velice často využíváno pro vizualizaci a supervizní řízení výrobních technologických procesů. Pro operátory, technology, kontroléry či manažery to znamená, že mohou sledovat a reagovat na časově závislé průběhy výrobních operací pomocí graficky přívětivého zobrazení libovolných technologických procesů. Vývojové prostředí lze primárně spustit na operačních systémech Windows se samozřejmou podporou serverových verzí. Sběr dat řeší InTouch prostřednictvím rozsáhlé nabídky I/O serverů přímo od výrobce, případně nezávislých SW firem. Podpora OPC serveru je u takto žádaného grafického prostředí samozřejmostí. InTouch obsahuje vlastní grafický vývojový editor (viz. **Obr. 4**).[4][10][11]

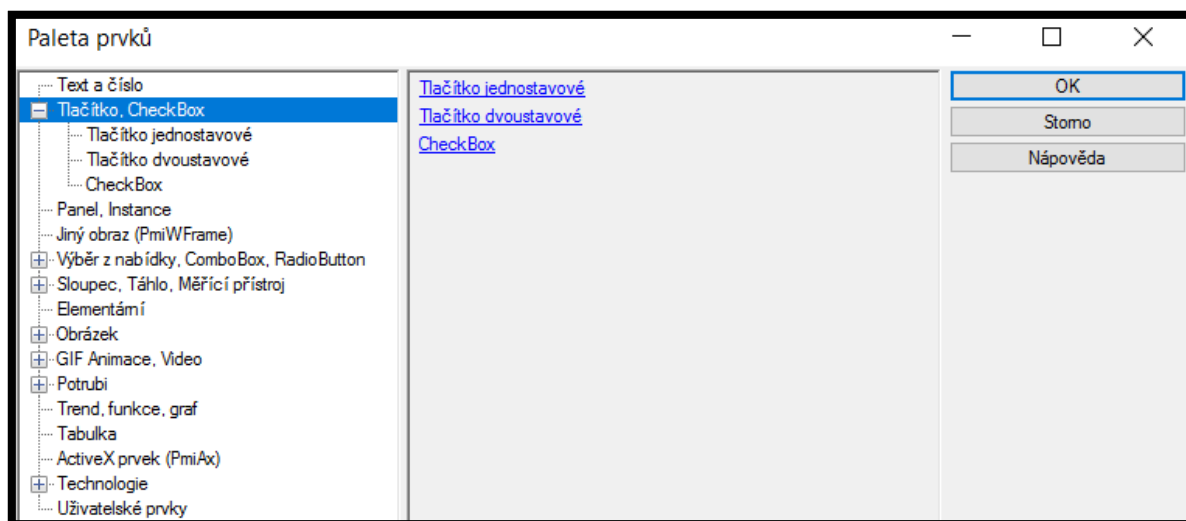


Obr. 4 – Grafický vývojový editor „Wizards“ ve vizualizačním prostředí InTouch

Grafický vývojový editor je tvořen knihovnou prvků, tj. Wizards (podpora jazyku Visual Basic). V této knihovně prvků jsou k dispozici různá modifikovatelná tlačítka, panely, měření, indikační diody, alarmy, trendy (grafy) a další. InTouch také podporuje správu historických dat (historizační databáze Wonderware Historian Server) a distribuovaných alarmů. Mezi další součásti je potřeba zmínit rozšiřující prvky jako Recipe Manager, případně SQL Access a sadu různých nástrojů. Mezi zmíněné nástroje je možné řadit knihovny objektů pro efektivnější a rozmanitější práci při vývoji aplikací. Další zajímavou možností je systém Runtime Read-only. Jedná se o přijatelné ekonomické řešení pro kontrolory či manažery, kteří vyžadují pouze „dohled“ nad výrobním procesem, a to bez možností dodatečných úprav dostupné technologie. Také se zde využívají různé optimalizace, tj. „Polling“ (výběr I/O pro zobrazení) nebo „Report by exception“ (zaznamenání informací, které se mění). Vývojové prostředí InTouch je uživatelsky přívětivé řešení, což se ve výsledku může projevit značnou úsporou času při vývoji, zavádění i údržbě daného technologického celku.[4][10][11]

3.2.2 Promotic

Česká firma Microsys spol. s r. o. sídlící v Ostravě se zaměřuje na vizualizační SCADA SW Promotic, který je určen k realizaci aplikací v průmyslové automatizaci. Na trhu je již od roku 1991, a proto je, nejen díky cenové dostupnosti, nasazován do provozů pro monitorování a řízení technologických procesů. Z počátku byl provozován dokonce na, dnes opravdu zastaralé, platformě MS-DOS. Počátkem 90 let se již tento SW plně využíval v několika tuzemských firmách. Například v oblastech monitoringu výroby, emisí, energetiky, skladů apod. Jedna z hlavních výhod tohoto řešení byla vždy jednoznačně cenová dostupnost, a to při zachování požadované funkčnosti a spolehlivosti. Promotic také obsahuje grafický vývojový editor (viz. **Obr. 5**), v tomto případě „Paletu prvků“, jenž obsahuje poměrně širokou nabídku tlačítek, táhel, měřících přístrojů, potrubí, které doplňují prvky jako trendy, tabulky, alarmy a další technologické či uživatelské prvky.[13]

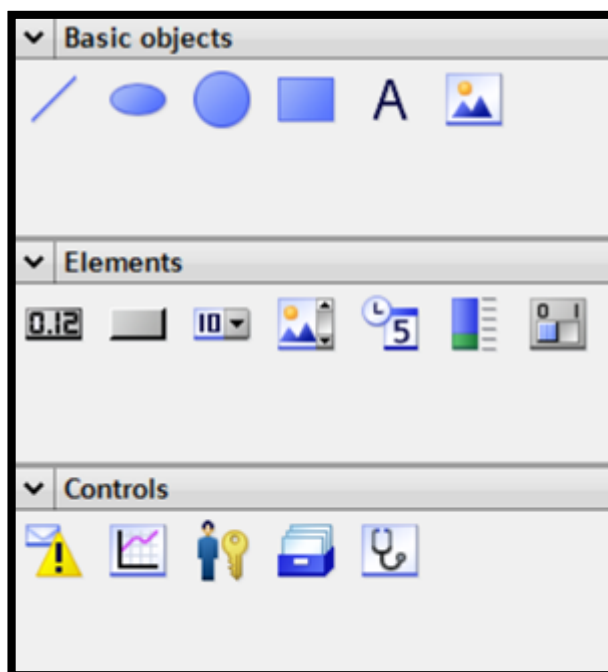


Obr. 5 – Grafický vývojový editor „Paleta prvků“ ve vizualizačním prostředí Promotic

Dnešní Promotic nabízí kromě v podstatě standardních funkcí pro SCADA SW i integrovaný WEB server, který umožní přístup k vizualizaci ostatním zařízením přes webový prohlížeč. Podporovány jsou i mobilní platformy (výhradně Android nebo iOS). K dispozici jsou také databázové systémy. Je zde možné využít jednoduché souborové databáze (například Access), poté přístup klient/server (například MySQL), případně podnikové (například SAP). Z hlediska ovladačů pro komunikaci lze v Promoticu využít různé komunikační protokoly, mezi které patří MODBUS nebo S7. Vzhledem ke konkurenceschopnosti je také nutná podpora rozhraní typu OPC, DDE a další. Zmíněná velká výhoda, cenová dostupnost, je navíc umocněna tím, že si každý uživatel může, samozřejmě v omezeném módu, vyzkoušet celou aplikaci před možnou koupí. Jedná se o režim FREEWARE. Tento režim se vyznačuje plnou funkcí s neomezenými časovými možnostmi pro úpravy. Hlavní rozdíl oproti placené verzi je poté v maximálním počtu proměnných (30) a grafických obrazů (10). Grafické obrazy jsou v této aplikaci chápány jako jednotlivé obrazovky, které zobrazují relevantní informace pro danou technologii. [13]

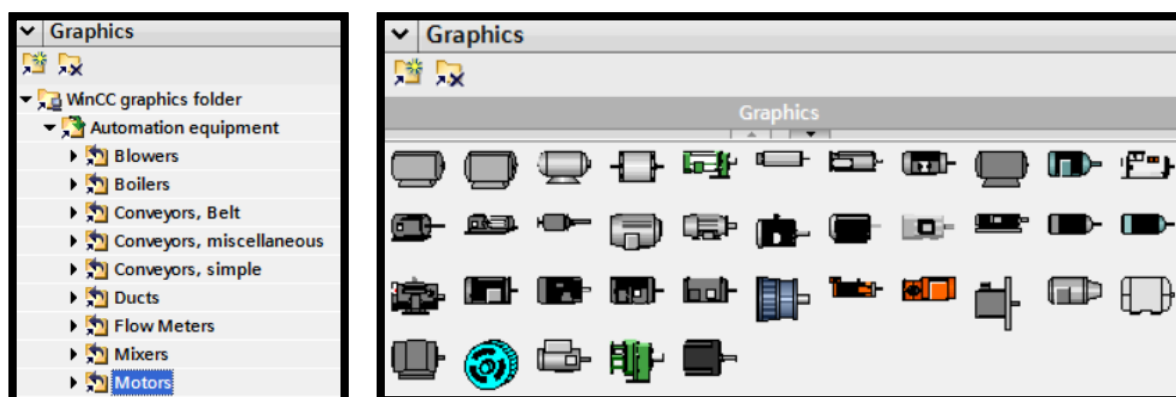
3.2.3 WinCC Basic

Grafické vývojové prostředí WinCC Basic je obsaženo, na rozdíl od klasických verzí tohoto vizualizačního prostředí, přímo v programovacím SW pro PLC, tj. TIA portal. Díky tomu lze jednodušeji komunikovat s dotykovými panely, na které se tato verze BASIC zaměřuje a jedná se tedy zároveň o jednu z hlavních nevýhod (zredukované možnosti úprav vzhledem k ostatním verzím). Grafický vývojový editor „Toolbox“ obsahuje pouze několik využitelných objektů (viz. **Obr. 6**). [12]



Obr. 6 – Grafický vývojový editor „Toolbox“ ve vizualizačním prostředí WinCC Basic 1. část

Jedná se o základní objekty, které zahrnují jednoduché geometrické obrazce. Na tuto část navazují elementy obsahující různá modifikovatelná tlačítka a prvky, které umožňují práci s I/O. Poslední řídicí část (Controls) se vyznačuje práci s alarmy, přihlášením, grafickým zobrazením různých průběhů či diagnostikou. Tento SW obsahuje několik omezení, které však při programování kompenzuje svým uživatelsky přívětivým (User friendly) přístupem. Jako příklad lze uvést limity pro počet prvků na obrazovkách při propojení s PLC. V tomto případě však není potřeba řešit komunikaci s PLC pomocí programu „třetí strany“, což jistě urychlí a usnadní programování jako takové. Zmíněná integrace v programovacím SW TIA PORTAL je natolik stěžejní, že umožňuje poměrně snadným způsobem vytvořit komunikační propojení s PLC od firmy Siemens. DB a jednotlivé proměnné jsou shodné pro obě části (PLC a vizualizace). Díky tomu je možné ušetřit čas, finanční náklady a celkově zjednodušit případné dodatečné modifikace pro daný projekt. K dispozici je také sdílená diagnostika systému, automaticky generována pro všechny komponenty v SW TIA PORTAL. Ve složce „Automation equipment“ jsou obsaženy automatizační prostředky. V tomto případě se jedná o poměrně rozsáhlý seznam zejména grafických prvků. K dispozici jsou varianty různých kotlů, dopravníků, průtokoměrů či motorů. Na **Obr. 7** se poté v pravé části nachází zmíněné grafické prvky, v tomto případě motorů.[12]



Obr. 7 – Grafický vývojový editor „Toolbox“ ve vizualizačním prostředí WinCC Basic 2. část

3.2.4 Další možnosti

Na trhu jsou navíc dostupná taková řešení, která svým konceptem cílí spíše na uživatele vyžadující nízké, případně nulové pořizovací náklady a zároveň požadují SW s rychlou a snadnou modifikací relevantních parametrů.

3.2.4.1 MySCADA

Česká společnost MySCADA nabízí již přes 15 let SW řešení v oblasti průmyslové automatizace. Aplikace lze charakterizovat jako multiplatformní, a tedy i například spustit na linuxové mutaci Raspbian, která běží na Raspberry PI. Srovnat toto řešení se zmíněnými velkými konkurenčními firmami se může jevit jako zbytečné, opak však může být pravdou. SW řešení mySCADA je určeno jako vizualizační prostředek nejen pro Raspberry PI, ale i jakékoliv PLC. [14]

Jeho největší výhodou je příkladná jednoduchost a intuitivnost celého prostředí. Všechny klíčové věci, které jsou u konkurenčních vizualizačních SW zdlouhavé a náročné, se dají v prostředí myPROJECT Designer velmi rychle realizovat. Například tvorba časových sekvencí nebo napojování proměnných na technologii. Další výhodou je integrovaná webová komponenta, tzn. automatický provoz vizualizace, v rámci webového serveru s příslušným portem, bez redundantních složitých konfigurací příslušných prvků. Dále je možné do vizualizace vkládat externí webové stránky, přičemž vše je odladěno a není zvykem, že by se rozhodil například formát obrazů, jak je tomu mnohdy u konkurenčních vizualizací. Nevýhodou jsou méně obsáhlé knihovny komponentů, jenž je možné využít pro vizualizaci. Při tvorbě složitější aplikace by bylo potřeba mnoho částí manuálně vložit nebo doplnit, což výrazně komplikuje časovou náročnost práce.[14]

3.2.4.2 Citect

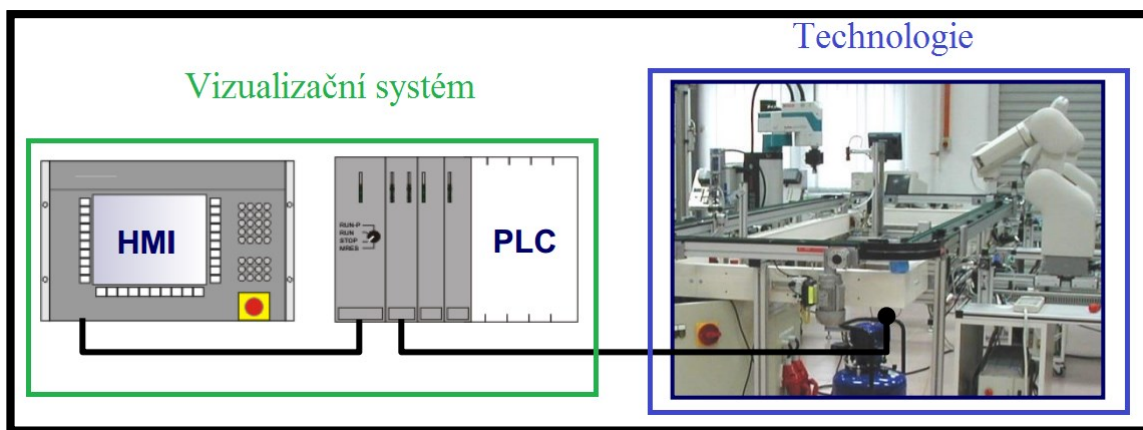
Citect, který vlastní australská firma Ci Technologies (v česku pod záštitou firmy AutoCont Ostrava), patří mezi další uživatelsky přívětivá SW prostředí, která umožňují využití v oblastech energetiky (monitorovací systém pro řízení distribuce elektrické energie), dopravy (monitorování dopravních situací), obnovitelných zdrojů (maximalizace návratnosti investic), elektrotechniky (kontrola výrobního postupu, flexibilita výroby) a dále také potravinářství (monitorování výrobních linek) nebo vodárenství (čistírny a úpravný odpadních vod). Tento vizualizační SW se zaměřuje na flexibilitu programových a technických prostředků. Dále nabízí poměrně univerzální použití v průmyslové automatizaci. Využívá přístup Klient – Server. Serverů je v celém systému více a celý systém je rozdělen na několik procesů. Citect je tedy možné využít jak pro jednoduché operátorské stanice, tak i složité aplikace, které zpracovávají úlohy s několika operátorskými stanicemi.[4][15][16]

4. Simulace

Programování PLC vždy úzce souvisí s technologií, kterou řídí. Mnohdy však, při testování, není potřebná technologie dostupná, případně je natolik sofistikovaná, že by mohlo dojít při jejím nasazení k nepředvídatelným problémům. V této chvíli se nabízí využití simulačního SW, který v rámci možností nahrazuje technologii z pohledu I/O. Samozřejmě je neustále nutné mít na paměti, že dochází k dočasnému nahrazení dané technologie, a proto se při konkrétním nasazení do provozu (commissioning) mohou vyskytnout omezení, případně i různé chyby. Celkově však toto řešení nabízí hned několik relevantních výhod.

4.1 Využití v praxi

Vizualizační systém, který lze v rámci testování programu přímo propojit s dostupnou technologií, je uveden na **Obr. 8**. Díky tomu se ovšem vyskytne několik omezení, mezi které jistě patří například fakt, že zařízení musí běžet po celou dobu testování (vliv na spotřebu, opotřebení). Je zde také riziko určitých chyb při testování, které mohou zapříčinit případná poškození. Navíc často nedochází k dostatečně hloubkovým testům, s kterými souvisí i čas dodání, který musí být splněn. Z těchto důvodů bývá celkový čas pro uvedení do provozu překročen. Tyto skutečnosti jsou následně komplikací pro obě strany, tj. programátora (dnes spíše tým programátorů) i firmu, která vlastní a obsluhuje danou technologii.[17]

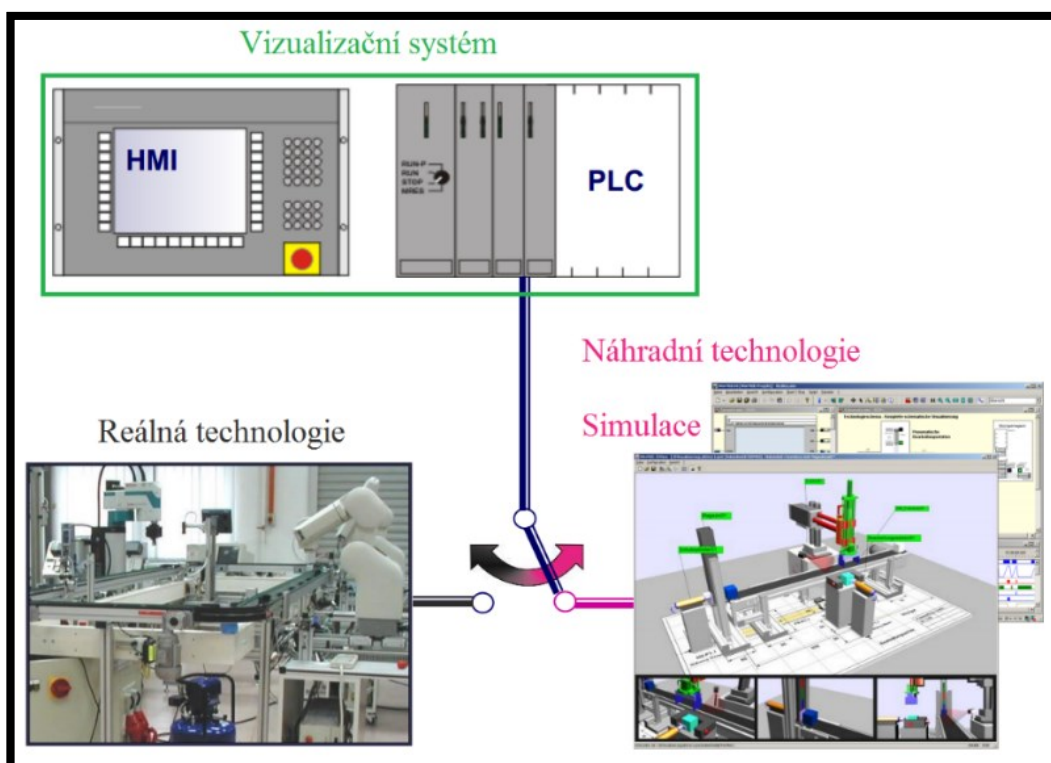


Obr. 8 – Testování technologie bez využití simulačního SW [17]

Omezení, zmíněná v předchozím odstavci, jsou natolik relevantní, že se dnes velice často využívá právě takový soubor technických prostředků, který umožní dočasně zastoupit reálnou technologii, tj. Simulace. Ve fázi testování se místo reálné technologie využívá PC, na kterém simulační SW „nahrazuje“ dostupné I/O. Tento způsob provedení je uveden na **Obr. 9**. Pro řízení se využívá totožný vizualizační systém, který je však možné připojit k simulačnímu PC. Díky tomu již nemůže dojít k jakémukoliv poškození zařízení, a přitom lze vyzkoušet nespočet možných stavů, které by mohly při uvedení do provozu nastat. Konečná fáze (Commissioning) je vždy naprosto unikátní.

Každý programátor by měl mít tedy na paměti, že nelze zcela nahradit reálnou technologií. Simulační SW nabízí jednoznačně několik hlavních výhod, mezi které například [17]:

- Zlepšení struktury programu
- Minimalizace rizik při nasazení do provozu (Commissioning)
- Optimalizace procesu
- Možnost snížení ceny celého projektu (kratší doba při nasazení do provozu).



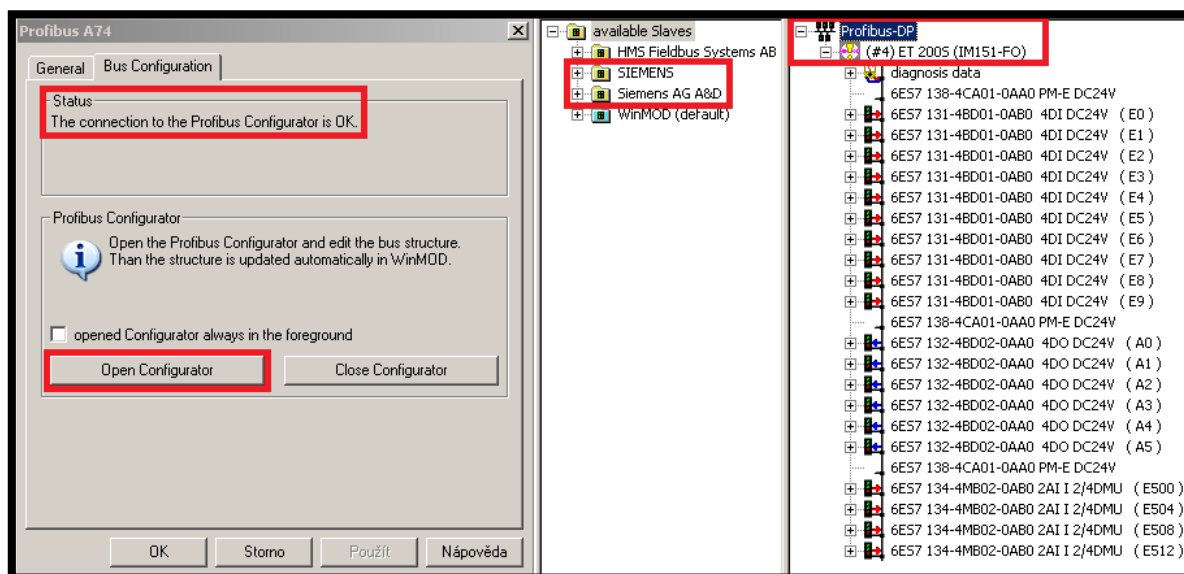
Obr. 9 – Testování technologie s využitím simulačního SW [17]

4.2 Praktická realizace simulace ve vývojovém prostředí WinMOD

Simulační SW WinMOD se běžně využívá ve firmě Ingeteam a.s. pro různé průmyslové aplikace. Zákazníci této firmy si často pochvalují právě možnost odzkoušení jednotlivých částí dané technologie tzv. „nanečisto“. Poměrně jednoduchou a v podstatě efektivní formu tedy lze otestovat, například kritickou část technologie a tím se i vyhnout zbytečným problémům.

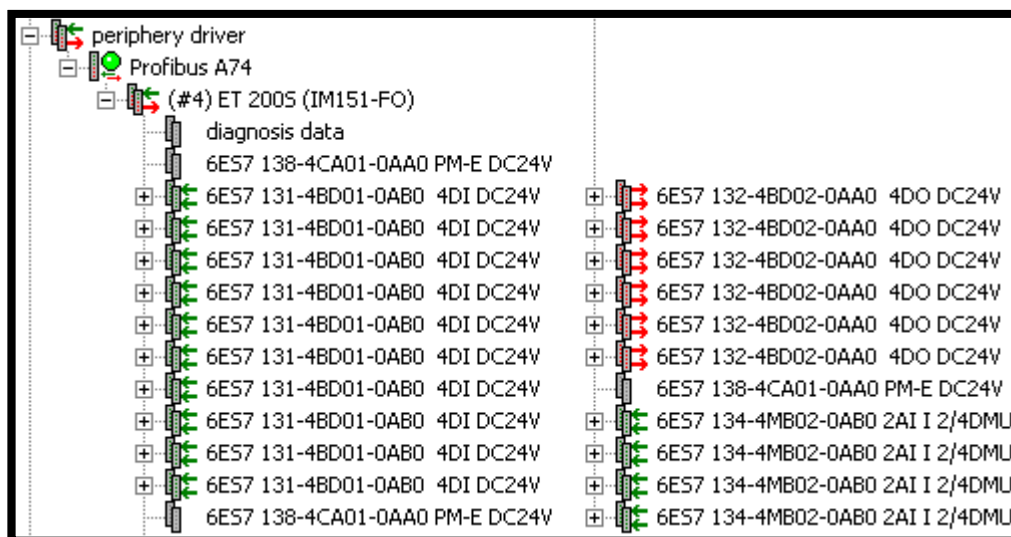
4.2.1 HW konfigurace

Komunikace s PLC probíhá přes průmyslovou sběrnici Profibus. Do PC je nutné implementovat PCI kartu, která umožňuje využít simulační SW. Konfigurace v SW WinMOD je k dispozici na **Obr. 10**.



Obr. 10 –Konfigurator sběrnice Profibus A74v simulačním SW WinMOD

PCI karta, která obsahuje vstup pro průmyslovou sběrnici profibus, vytváří simulační periferii A74, jenž v záložce konfigurace sběrnice (Bus configuration) obsahuje všechny relevantní informace. Jedná se o Status (stav připojení k průmyslové sběrnici profibus –v pořádku, komunikuje) a možnost modifikace dostupných HW prvků (Open configurator). Po rozkliknutí tohoto konfiguratoru (Profibus configurator) se zobrazí okno, které je umístěno uprostřed obrázku, tj. dostupné skupiny Slaves (available Slaves). Skupina Slaves obsahuje digitální a analogové I/O karty, z nichž se vybrala jednotlivá zařízení, které jsou součástí HW struktury v pravé části obrázku. HW konfigurace je uvedena na **Obr. 11**.

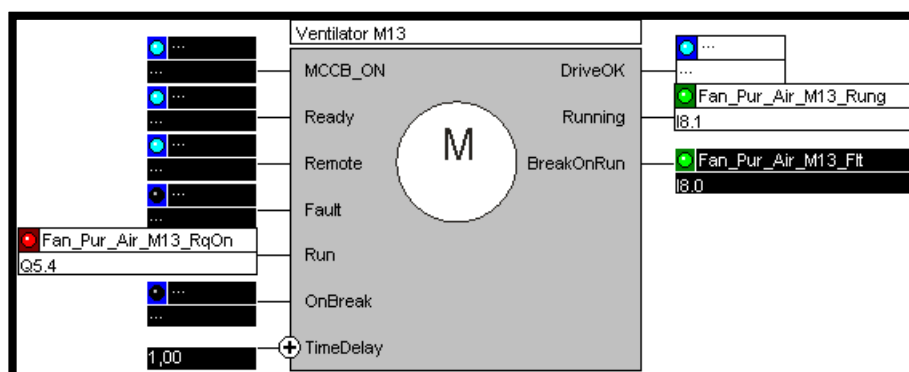


Obr. 11 – HW konfigurace v simulačním SW WinMOD

Simulační periferie (Profibus A74) obsahuje vzdálenou decentrální periferii ET200S. Simulační a HW konfigurace PLC musí být, v rámci této periferie, pro korektní komunikaci totožná. Periferie je poté tvořena deseti čtyřbajtovými digitálními vstupy (4DI – zeleně), šesti čtyřbajtovými digitálními výstupy (6DO – červeně), čtyřmi dvoubajtovými analogovými vstupy (2AI – zeleně) a třemi prvky pro napájení (DC24V – šedě). Všechny digitální i analogové I/O je potřeba pro korektní funkčnost vybrat tak, aby jejich napájení odpovídalo dostupným prvkům „PM-E DC24“. Kliknutím myši na jednotlivé digitální a analogové I/O lze zobrazit detailní strukturu, která umožní sledovat a případně dodatečně modifikovat napojení jednotlivých bitů.

4.2.2 Důležité vlastnosti vytvořené simulace

Kapitola 4.1 naznačila mimo jiné hlavní výhody, které vedou k využití simulačního SW. V této práci byla simulace zpracována v SW WinMOD od německé firmy The Mewes & Partner GmbH. Základní rozdíl při programování v simulaci je uveden na **Obr. 12**. Většinou se program, respektive sekvence instrukcí či různých bloků, vytváří tak, že se postupuje „zleva – doprava“. To znamená, že konkrétní funkční bloky jsou definovány zleva signály vstupními, na které navazují zprava výstupní. Simulace však právě vzhledem ke své funkci, „nahrazení technologie“, simuluje výstupní signály z PLC (v simulaci se jedná o vstupy) pomocí vhodné logiky, kterou na první pohled nelze postřehnout (nutnost modifikovat daný blok). Makro (Blok) dostupného ventilátoru ofukového vzduchu M13 se totiž chová jako „Black box“. V překladu se jedná o „černou skříňku“, která je předem naprogramována a při bližším pohledu jsou viditelné pouze I/O daného bloku (vnitřní logika zůstává schválně skryta). Díky tomu lze zajistit například větší přehlednost v celém simulačním programu. Pro konkrétní programování je právě využití těchto maker velice výhodné. V této práci se například shodná makra využívají pro jednotlivé ventily čistého a špinavého vzduchu, které doplňují ventily oplachové. Dále se totožná makra používají u obou zmíněných ventilátorů ofukového vzduchu M13 a M14. Znovupoužitelnost bloků je i v simulačním SW velice důležitá součást, která se často používá. Výstupní signály ze simulace analogicky reprezentují vstupy do PLC (zpětná vazba pro PLC). Tento systém zajistí korektní funkčnost, a tedy umožní otestovat dostupné I/O. Pro korektní orientaci v programu se také zavádí pojem „forcování proměnných“ (forcování znamená vynucení).

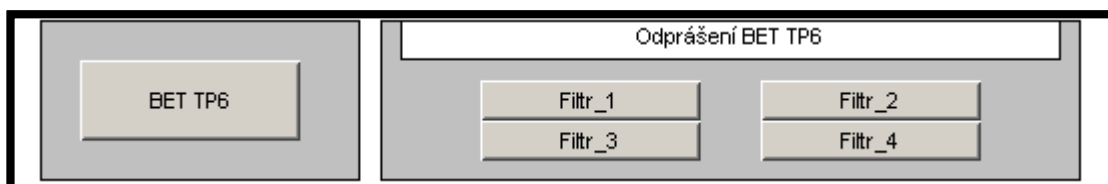


Obr. 12 – Makro pro simulování prvku „VentilátorM13“

Rozdíl mezi standardní a „naforcovanou“ proměnnou je graficky označen tím, že se „naforcovaná“ proměnná vždy vyznačuje černým pozadím. „Forcováním“ se konkrétní proměnná stává modifikovatelnou pouze v simulaci. V PLC lze poté danou proměnnou pouze číst (zápis již není umožněn). Příkladem „naforcované“ proměnné může být vstup I8.0 (Fun_Pure_Air_M13_Flt) na výstupu bloku „Ventilátor M13“. Jedná se o jistič, který, jak již název napovídá (BreakOnRun), zastaví v případě poruchy chod ventilátoru ofukového vzduchu M13. Tento jistič je defaultně „Normally Open“ (Otevřený jistič reprezentuje hodnotu logické nuly). Pro správnou funkci ventilátoru ofukového vzduchu je tedy nutné nastavit jeho stav na hodnotu logické 1. V protikladu je standardní vstupní proměnná I8.1, jenž reprezentuje provoz ventilátoru ofukového vzduchu M13 (Fan_Pur_Air_M13_Rung). Tato proměnná bude aktivní právě jen na základě požadavku z PLC, a to prostřednictvím požadavku pro start (Fan_Pur_Air_M13_RqOpn) bloku „Ventilátor M13“. Obecně se za aktivní proměnnou považuje analogový či digitální signál z PLC, jehož aktuální stav je definován logickou 1 (naopak při logické 0). Po uplynutí TimeDelay (předem definovatelné zpoždění ze simulace) dojde, za předpokladu splnění podmínek pro start (tzv. Interlocks v PLC), k rozběhu ventilátoru M13.

4.2.3 Menu pro práci s okny

Pro jednodušší manipulaci je také vhodné, aby simulace obsahovala tzv. Menu, které je k dispozici na **Obr. 13**. Menu lze charakterizovat jako úzké a přehledné okno pro přepínání mezi simulačními okny. Jedná se o elementární část celé simulace, která primárně obsahuje „Přehledové okno“ (BET TP6) a okna pro jednotlivá pole filtru (Filtr_1 až Filtr_4).



Obr. 13 – Menu simulační aplikace

4.2.4 Přehledové okno

Přehledové okno patří mezi nejdůležitější části simulace, protože je navrženo tak, aby při testování bylo aktivní po celou dobu a jen ve specifických případech přepnuto na jednotlivé panely, tzn. Pole filtru. Obsahuje tedy signálovou zpětnou vazbu od většiny relevantních prvků. Navíc jsou v něm umístěny „naforcované“ signály, které přímo ze simulace umožňují spustit dostupné režimy. Nejprve najíždění (záložní vstupní bit spare – I2.3), normální provoz (vstupní bit TP_Ready, který v reálné technologii čeká na signál z tandemové pece – I9.1) a nakonec doběh (záložní vstupní bit spare – I2.7). Pro rychlé zapnutí, případně vypnutí oběhových čerpadel, obsahuje toto okno také výstupní, prozatím „nenafrcovaný“ signál Q5.6 (Flush_Pump_M20_M21_RqOn). V rámci konečného cyklu proplachu (platí pro všechny režimy) je také možné využít vstupní signál I8.4 (Flush_Pump_M20_M21_Fin).

Hlavní přehledové okno, které, dle funkční analýzy, obsahuje čtyři pole filtru a indikaci chodu ventilátorů ofukového vzduchu M13 a M14, se nachází na **Obr. 14**. Zpětná vazba chodu obou ventilátorů ofukového vzduchu je realizována přes vstupy I8.1 (Fan_Pur_Air_M13_Rung) a I8.3 (Fan_Pur_Air_M14_Rung). Vzhledem k analogickému napojení jednotlivých filtru jsou zde uvedena pouze dvě nejdůležitější pole – první a čtvrté (na obrázku jsou druhé a třetí pouze naznačeny dvěma černými tečkami). Dalším důvodem je také fakt, že každý proplach začíná vždy prvním a končí posledním čtvrtým polem. Díky tomu je umožněna simulace této technologie s dostatečným zobrazením prvků na jedné obrazovce. U každého pole filtru je poté možné sledovat otevřené, případně zavřené ventily čistého a špinavého vzduchu, na které v podstatě navazují ventily oplachové. Ventily čistého vzduchu (tmavě oranžové obdélníky) obsahují signalizaci chodu dle vstupů I2.1 (InVlv_Cln_Air_M1_Opnd), I2.2 (InVlv_Cln_Air_M1_Clsd), I3.5 (InVlv_Cln_Air_M4_Opnd) a I3.6 (InVlv_Cln_Air_M4_Clsd).

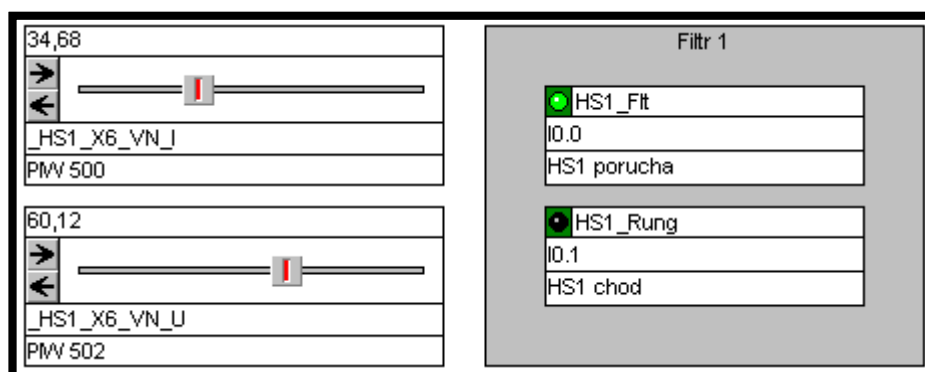


Obr. 14 – Hlavní přehledové okno

Poté je vhodné doplnit ventily špinavého vzduchu (světlé oranžové obdélníky). Tyto ventily obsahují signalizaci chodu na základě digitálních vstupů I4.1 (InVlv_Drt_Air_M5_Opnd), I4.2 (InVlv_Drt_Air_M5_Clsd), I5.5 (InVlv_Drt_Air_M8_Opnd) a I5.6 (InVlv_Drt_Air_M8_Clsd). Na závěr ventily oplachové (světle modré obdélníky), jenž obsahují signalizaci chodu na základě vstupů I6.1 (Flush_Vlv_M9_Opnd), I6.2 (Flush_Vlv_M9_Clsd), I7.5 (Flush_Vlv_M12_Opnd) a I7.6 (Flush_Vlv_M12_Clsd). Oplachové ventily jsou také jednoznačně důležité pro proplach, a to v každém režimu běhu celé technologie. Ventily jsou také doplněny o digitální měření tlaku. Nejprve kontrola tlaku na výstupu ventilu špinavého vzduchu. Jedná se měření tlaku vodní mlhy (fialové obdélníky), jejichž signalizace chodu je realizována na základě vstupů I1.4 (Press_Fog_D5) a I1.7 (Press_Fog_D8). Následuje kontrola tlaku na vstupu oplachových ventilů. V tomto případě se tedy jedná o měření tlaku oplachové vody (tmavě modré obdélníky). Signalizace chodu je realizována na základě vstupů I1.0 (Press_Flush_D1) a I1.3 (Press_Flush_D4). Mezi graficky nejvýraznější prvky lze řadit chod vysokého napětí a proudu (žluté pozadí). Signalizaci chodu VN pro jednotlivá pole zajišťují vstupy I0.1 (HS1_Rung) a I0.7 (HS4_Rung). Tato signalizace je relevantní primárně pro normální provoz celé technologie (viz. 2.1.2). Pro přehlednost je také nutné doplnit, že každé pole obsahuje také signalizaci pro případnou poruchu, tzn. vstupy I0.0 (HS1_Flt) a I0.6 (HS4_Flt). Hlavní přehledové okno je dále doplněno o jednotlivá okna pro pole filtru (viz. 4.2.5).

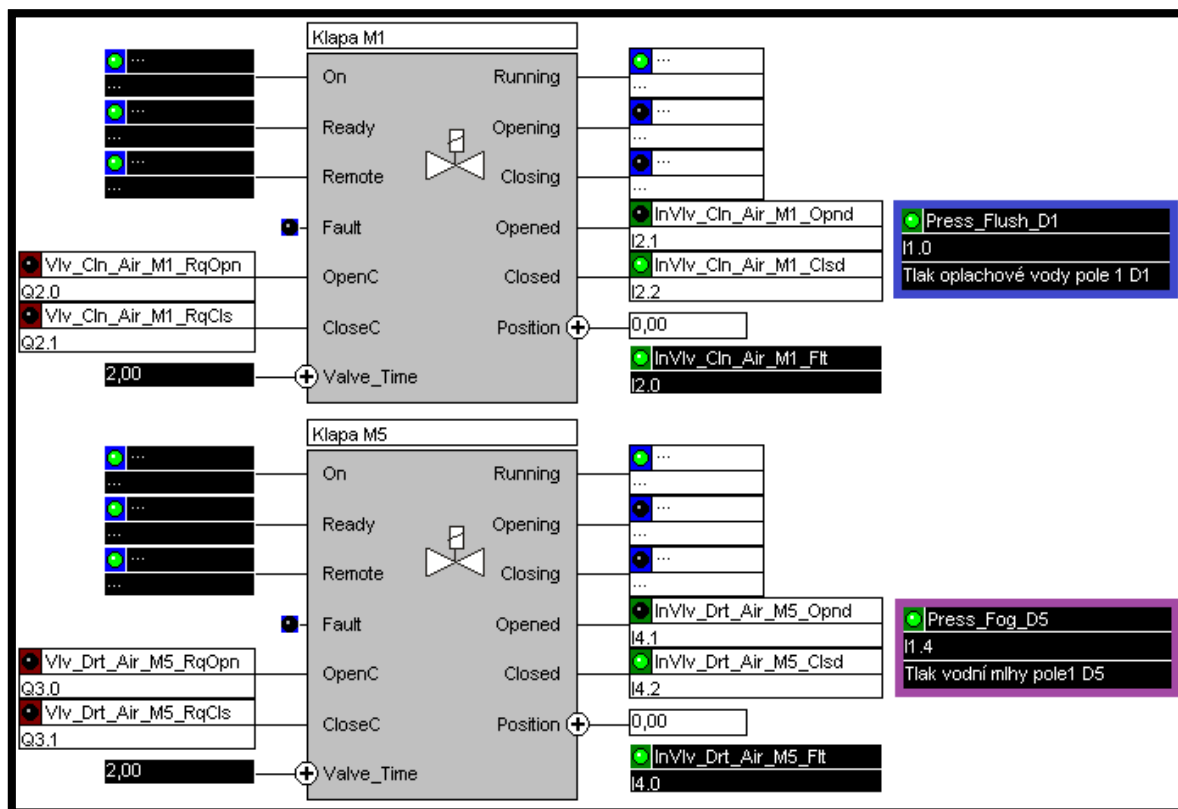
4.2.5 Okna pro jednotlivá pole filtru

Již z funkční analýzy je patrné (viz. 2.1), že celá technologie obsahuje čtyři pole filtru. Navíc je zde nutné počítat s dvěma ventilátory, které jsou umístěny v poli č. 1. Právě první pole (pole č. 1) obsahuje nejvíce relevantních prvků, a proto je zde možné nejlépe poukázat na reálné využití vytvořené simulace. Na **Obr. 15** se nachází analogové měření napětí a proudu VN („naforcované“ hodnoty obsahují pro lepší přehlednost rozdílné hodnoty). Na jednotlivá měření se odkazují vstupní signály pro proud PIW500 (HS1_X6_VN_I) a napětí PIW502 (HS1_X6_VN_U). Mezi další důležité části lze řadit chod daného pole. Jistič, který zobrazuje stav pro poruchu daného pole (HS1_Flt), je defaultně „Normally Open“ (Otevřený jistič reprezentuje hodnotu logické nuly). Z tohoto důvodu je pro korektní funkčnost nutné, aby se hodnota tohoto vstupu (I0.0) nastavila na stav logické 1.



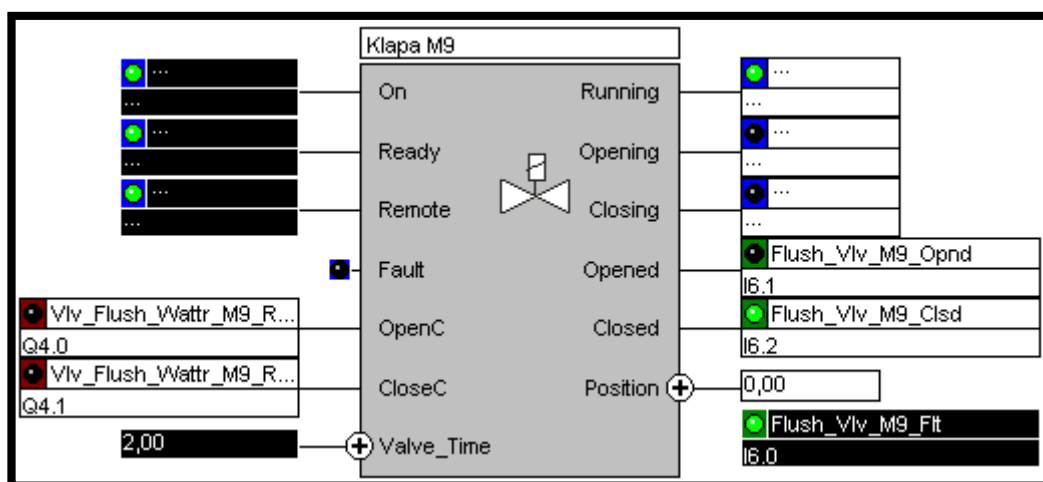
Obr. 15 – Analogové měření a chod VN pro pole č. 1

Ventily čistého a špinavého vzduchu (M1 a M5) jsou uvedeny na **Obr. 16**. Blok (makro) je pro oba ventily totožný, rozdíl je pouze ve vzduchu, který propouštějí. Pokud obdrží simulace požadavek z PLC na otevření daného ventilu, pak dojde k tomu, že jsou aktivní výstupy Q2.0 (Vlv_Cln_Air_M1_RqOpn) a Q3.0 (Vlv_Drt_Air_M5_RqOpn). Na výstupu bloku bude aktivní „Opening“ (otevírání) a v tomto případě se za 2 sekundy (závisí na vstupu Valve_Time) ventil otevře. Zpětná vazba, signalizace otevření ventilu, je na výstupu (Opened) zobrazena pomocí vstupů I2.1 (InVlv_Cln_Air_M1_Opnd) a I4.1 (InVlv_Drt_Air_M5_Opnd). Postupné otevírání a později i zavírání daného ventilu je procentuálně zobrazeno na výstupu „Position“. Pro zavření obou ventilů je nutné čekat na požadavek z PLC, který by aktivoval výstupy Q2.1 (Vlv_Cln_Air_M1_RqCls) a Q3.1 (Vlv_Drt_Air_M5_RqCls). Na výstupu bloku je již analogicky aktivní výstup „Closing“ (zavírání) a i zde je nutné respektovat čas na vstupu (Valve_Time – 2 sekundy), za který dojde k zavření ventilu. Zpětná vazba, signalizace zavření ventilu, je na výstupu (Closed) zobrazena pomocí vstupů I2.2 (InVlv_Cln_Air_M1_Clsd) a I4.2 (InVlv_Drt_Air_M5_Clsd). Oba ventily obsahují také jističe zobrazující stav pro jejich případnou poruchu prostřednictvím vstupů I2.0 (InVlv_Cln_Air_M1_Flt) a I4.0 (InVlv_Drt_Air_M5_Flt). Defaultně jsou oba jističe znovu „Normally Open“ a je tedy nutné, pro korektní chod obou ventilů, nastavit jejich stav na hodnotu logické 1.



Obr. 16 – Ventily čistého a špinavého vzduchu (M1 a M5) pro pole č. 1

Na ventily čistého a špinavého vzduchu navazuje ventil oplachový, který se nachází na **Obr. 17**. Blok (makro) je definován totožnou strukturou (porovnání s ventily čistého a špinavého vzduchu), a proto je zde nejdůležitější stanovit dostupné I/O. Ventil se otevírá na základě výstupního signálu z PLC Q4.0 (Vlv_Flush_Wattr_M9_RqOpn). Po uplynutí předem definovaného času (2 sekundy), který určuje vstup „Valve_Time“, postupně dojde k otevření a později i zavření tohoto ventilu. Zpětnou vazbu otevřeného ventilu M9 zajišťuje vstup I6.1 (Flush_Vlv_M9_Opnd). Bylo již zmíněno, že se při otevírání aktivuje binární výstup bloku „Opening“ (Otevírání). Navíc se však ihned po otevření ventilu aktivuje výstup Running, který upozorňuje uživatele na fakt, že je tento ventil v provozu. K zavření ventilu dojde jen za předpokladu, že bude v PLC aktivován bit Q4.1 (Vlv_Flush_Wattr_M9_RqCls). Při zavírání je znovu aktivní binární výstup „Closing“, na který navazuje „Closed“ (zavřeno). Zpětná vazba zavřeného ventilu M9 je realizována vstupem I4.2 (Flush_Vlv_M9_Clsd). Oplachový ventil M9 rovněž obsahuje jistič, který zobrazuje stav pro případnou poruchu, a to prostřednictvím vstupu I6.0 (Flush_Vlv_M9_Flt). Defaultně je tento jistič znovu „Normally Open“ a je tedy nutné, pro korektní chod ventilu, aby byl jeho stav definován hodnotou logické 1.



Obr. 17 – Ventil oplachové vody (M9) pro pole č. 1

5. Zpracování vizualizace pro operátora

První část vizualizačního řešení pro oprášení TP je určena pro obsluhujícího pracovníka „operátora“, který má na starost celou TP. Z tohoto důvodu je i vizualizace této technologie součástí celku pro vizualizaci TP. Z hlediska použitého SW se využívá vizualizační prostředí od české firmy Microsys spol. s r.o, tj. Promotic. Elementární popis tohoto SW je zpracován v kapitole 3.2.2. Promotic byl primárně vybrán z jednoho hlavního důvodu, který jednoznačně ukazuje na fakt, že je celé řešení ekonomicky velice přijatelné. Například kompletní vizualizační SW WinCC od firmy Siemens by byl nesrovnatelně dražší variantou, a to bez možnosti implementace do prozatímního vizualizačního konceptu. Vizualizační prostředí celé TP totiž využívá právě Promotic. Většina případných úprav se však bude řešit spíše v druhé části (viz. 6). Přesto je právě zpracování vizualizace pro operátora velice důležité a nutné k tomu, aby z komína tandemové pece vycházel čistější dým.

Dostupná zařízení jsou v celé vizualizaci zobrazena pomocí tzv. vizualizačních prvků, které jsou složeny z různých čar, obdélníků či kruhů. Tyto upravené vizualizační prvky byly napojeny I/O proměnnými (tagy) tak, aby obsluhující pracovník mohl neustále kontrolovat činnost jednotlivých zařízení. Ke každému vizualizačnímu prvku, který svou velikostí může zobrazit uživateli pouze elementární aktivitu zařízení, jsou vytvořeny a napojeny také vyskakovací okna (aktivní po kliknutí na daný vizualizační prvek, zařízení), jenž jsou definovány pod názvem „PopUp“. Na základě těchto vyskakovacích oken může obsluhující pracovník dané zařízení nejen sledovat, ale i vhodně zasáhnout do řízení technologie (Omezen je samozřejmě uživatelskými právy - viz. 5.3.1).

5.1 Výhody a nevýhody

Z hlediska různých omezení se vizualizační koncept, realizovaný pomocí SW Promotic, ukázal jako poměrně výhodný a nabízí také jednu z hlavních výhod, která nejen usnadní práci při vývoji, ale také umožní poměrně rychlou cestou opravit případné problémy při implementaci a celkovém chodu dostupné technologie odprášení TP. Mezi hlavní výhody lze tedy jistě řadit možnost využití standardu firmy Ingeteam a.s, a to v poměrně velké míře. Z grafického pohledu ovšem například není dostupná funkce, která by umožnila přiblížit některé velice malé objekty. Jedná se tedy v podstatě o to, že každá vizualizační obrazovka má při vývoji pevnou velikost. Právě možnost přiblížení určitých oblastí by mohla zefektivnit práci s některými, velikostně menšími objekty (konkurenční WinCC nabízí procentuální zvětšení či zmenšení obrazovky).

5.2 HW konfigurace

V této části se využívá vizualizační prostředí Promotic, ke kterému je nutné připojit, pro vývojový i standardní chod celého vizualizačního řešení, HW klíč. Vizualizační SW také potřebuje ke své činnosti určitou formu HW, který v tomto případě zastupuje upravený PC (forma vizualizační stanice viz. 3.1.1.2). Zmíněný HW klíč umožňuje plně využít dostupné vývojové prostředí, ke kterému se jinak nelze dostat, a to hlavně z toho důvodu, že zde existují omezení v počtu používaných proměnných (maximálně 100).

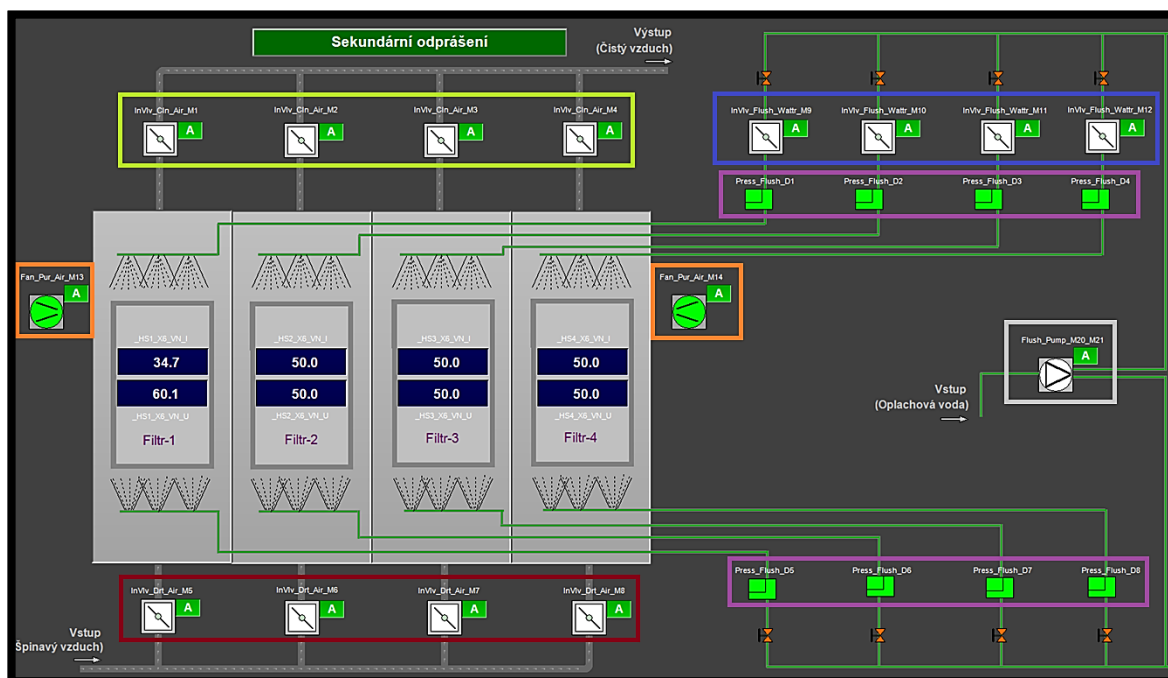
Pro otestování funkčnosti je samozřejmě nutné připojit k dané vizualizační stanici PLC, v tomto případě přes Ethernet. V této fázi je ještě potřeba k testování zajistit příslušnou technologii, kterou v rámci vývoje nahradil simulační SW (viz. 4).

5.3 Hlavní přehledové vizualizační okno

Promotic definuje název vizualizačních oken, které se nazývají „Vizualizační obrazy“. Defaultním vizualizačním obrazem pro technologii odprašení TP je hlavní okno „Přehled“, ve kterém již jednotlivé prvky obsahují po rozkliknutí příkazy, jenž zobrazují příslušné obrazy ve formě vyskakovacích oken (PopUp). V této části se využívají:

- Analogové měření napětí a proudu VN – **AnMeas_BETH**
- Digitální měření tlaku – **DgMeas_BETH**
- Ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel – **DrvOnOff_BETH**
- Ovládání ventilů oplachových, ventilů čistého a špinavého vzduchu – **Vlv_BETH**
- Indikace podmínek tzv. **Interlocks**. Využití pro start, stop, běh (ventilátory ofukového vzduchu a oběhová čerpadla) a otevření, zavření (ventily oplachové a ventily čistého i špinavého vzduchu) – **Interlocks**
- Alarmy – **Poruchy a varování** dostupných zařízení

Hlavní přehledový obraz „Přehled“, který zahrnuje veškeré dostupné relevantní prvky technologie odprašení TP, je k dispozici na **Obr. 18**.

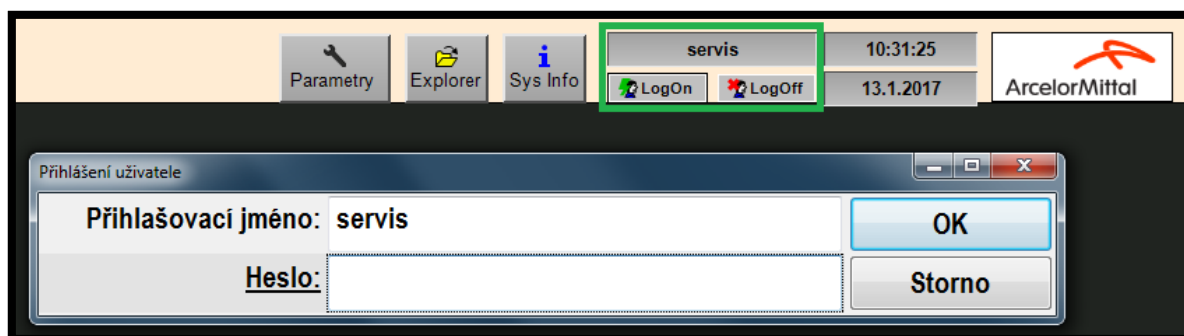


Obr. 18 – Vizualizační obraz „Přehled“ v SW Promotic

Ze stavů jednotlivých vizualizačních prvků lze usoudit, že je vše připraveno na režim najíždění. Všechna zařízení, která umožňují volbu režimu provozu, mají aktivní automatický režim, jenž se vyznačuje zeleným obdélníkem A. Všechny ventily oplachové (modrý obdélník) a čistého i špinavého vzduchu (žlutý i červený obdélník) jsou uzavřené (bílé pozadí). Snímače pro digitální měření tlaku jsou aktivní (fialové obdélníky – zelené pozadí). Navíc již v této chvíli běží oba ventilátory ofukového vzduchu (fialové obdélníky – zelené pozadí). Posledním prvkem jsou oběhová čerpadla M20/21, které prozatím nejsou aktivní (bílé pozadí). Po kliknutí na tlačítko najíždění, umístěného přímo v provozu poblíž technologie, je možné spustit připravenou sekvenci (viz. 2.1.1). Při pohledu na toto vizualizační řešení je dále patrné, že v dolní části obrázku se postupně špinavý vzduch proplachuje a vystupuje, v horní části, již jako čistý. Mezi další prvky, které mohou ovlivnit základní funkci, je také potřeba zařadit ruční ventily (oranžové – shora nad oplachovými ventily a zdola pod digitálním měřením tlaku). Tyto ventily však neobsahují žádnou indikaci aktuálního stavu (bez zpětné signálové vazby) a lze je modifikovat pouze přímo v provozu dané technologie.

5.3.1 Přihlašovací obrazovka

Vizualizační obraz pro přihlášení uživatelů, kteří disponují určitým unikátním přístupem k technologii, se nachází na **Obr. 19**. V horní části obrázku je v zeleném obdélníku zvýrazněna oblast, která ukazuje na přihlášeného uživatele (servisní pracovník „servis“) a dvě tlačítka. Jedno se využívá pro přihlášení (LogOn) a druhé pro odhlášení (LogOff) uživatele. Změnit obsluhujícího uživatele lze na základě vyskakovacího okna „Přihlášení uživatele“. Zadáním relevantních údajů (Přihlašovací jméno a Heslo) dojde, po kliknutí na tlačítko OK, k okamžitému přihlášení daného uživatele, který však musí být v seznamu uživatelů pro přístup k technologii.



Obr. 19 – Vizualizační obraz pro přihlášení uživatele

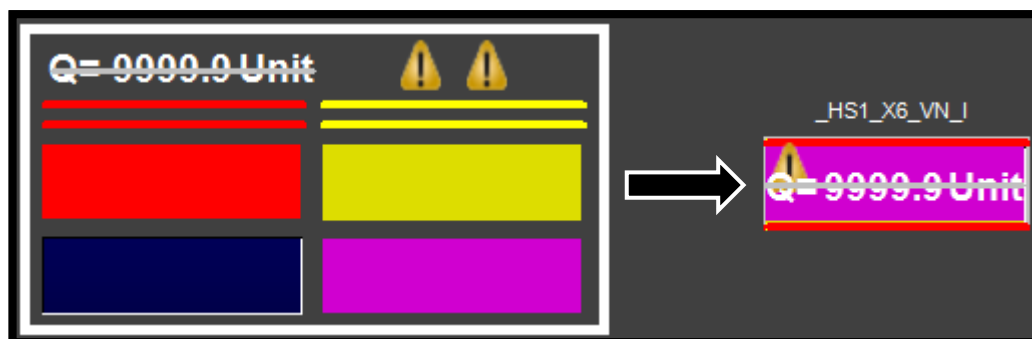
Pro tuto práci a celkově i vizualizaci TP jsou nastaveni 3 obsluhující uživatelé. S plnými právy se může přihlásit pouze Administrator. Následuje servisní pracovník servis (práva téměř shodná) a hlavně nejdůležitější operátor (většinu provozního času obsluhuje vizualizaci). Operátor je oproti servisnímu pracovníkovi omezen například ve „forcování“ signálů (analogové měření viz. 5.4.2, digitální měření viz 5.5.2).

5.4 Analogové měření

Analogové měření (AnMeas_BETH) lze využít pro indikaci velikosti průtoku, tlaku a dalších veličin v dané technologické části. V této práci je měření realizováno pro napětí a proud VN. Každé pole obsahuje jedno měření proudu a napětí. Hlavní rozdíly mezi vizualizačními prvky a vyskakovacími okny (PopUp) jsou tedy poté primárně v označení dané veličiny (U nebo I), která je doplněna o příslušnou jednotku (V nebo A). Dalším unikátním symbolem je pro každé měření také označení aktuálního pole (HS1 až HS4).

5.4.1 Vizualizační prvek analogového měření

Rozpracovaný vizualizační prvek analogového měření (HS1_X6_VN_I) je k dispozici na **Obr. 20**. Jako příklad je zde uvedeno analogové měření proudu pro pole č. 1. Toto měření se vyznačuje hlavně tím, že zobrazuje hodnotu příslušné veličiny (proud v ampérech). Velký bílý obdélník v sobě zahrnuje všechny dostupné podprvky, které vytvářejí vizualizační prvek pro korektní funkci zařízení. V dolním levém okraji je tedy k dispozici tmavě modrý obdélník, který vytváří pozadí celého analogového měření. Vedle něj se nachází fialový obdélník „Forced“. Tento obdélník se používá k „forcování“ stavu daného prvku (logická 0 nebo 1). Následují poruchy (Fault) a varování (Warning), které jsou naprosto důležitou součástí každého vizualizačního prvku a jejich korektní identifikace se musí projevit i v celkovém seznamu alarmů (viz. 5.9.2). Na poruchy upozorňuje červený obdélník „Fault“. Pokud je porucha nepotvrzena (viz. 5.9), pak celý vizualizační prvek bliká červeně (flashing). Potvrzená porucha se vyznačuje pouze červeným pozadím prvku. Varování lze identifikovat na základě žlutého obdélníku „Warning“. Princip funkčnosti tohoto prvku vychází z (ne)potvrzování poruch. Pokud je totiž varování u daného prvku nepotvrzeno, dochází k blikání, tentokrát žlutého obdélníku. Potvrzením příslušného varování má daný prvek pozadí statické, v tomto případě pouze žluté. Červené a žluté čáry dále souvisí s překročením kritických hodnot pro daný typ měření. Limity (2 červené čáry) pro maximální a minimální hodnoty (Fault HiHi a LoLo) jsou doplněny o méně kritické limitní čáry, které při překročení určitých hodnot aktivují jednu ze dvou žlutých čar (Fault Hi a Lo). Mezi relevantní prvky jednoznačně patří konkrétní zobrazení velikosti dané veličiny. K tomu se využívá textové pole „Q=“. Jedná se o dynamicky měnící se označení příslušné měřené veličiny. Následuje číselná hodnota „9999.9“ (Reálné číslo) a textové pole „Unit“ (Jednotka měřené veličiny).



Obr. 20 – Rozpracovaný vizualizační prvek analogového měření

Posledními prvky v pravém horním rohu jsou vykřičníky. První z nich je napojen na proměnnou I/O Warning, tedy varování při špatné komunikaci s I/O (mezi PLC a vizualizací). Druhý poté ukazuje na poruchu kanálu (Channel Fault). Může se jednat o poruchu senzoru, vedení nebo HW. Z výše zmíněných prvků je tedy vhodně poskládán, v různých vrstvách, vizualizační prvek, který, na základě signálů z PLC, ukazuje potřebné důležité hodnoty a případné varování či poruchy. Na hlavní obrazovce tedy například operátor může poměrně rychle identifikovat případné problémy a zajistit nápravu. Po rozkliknutí vizualizačního prvku analogové měření je možné otevřít vyskakovací okno (PopUp – viz 5.4.2), jenž přehledně zobrazuje postupný převod signálu ze snímače až do výsledné podoby, na kterou nejprve upozorňuje právě vizualizační prvek.

5.4.2 Vyskakovací okno analogového měření

Vizualizační obraz analogového měření, v tomto případě proudu VN agregátu pole 1, je zobrazen na **Obr. 21**. Signál postupuje tzv. zleva doprava, postupně se podle potřeby mění a na závěr je aktuální hodnota zobrazena v klasické (v příslušných jednotkách – ampéry) a procentuální podobě. Obě tyto hodnoty jsou totožné, protože je „Rozsah měření“ (na obrázku v pravé prostřední části) definován od 0 do 100. V záložce analogový signál je možné zpozorovat, že signál postupuje, na základě určité logiky v PLC, předem definovatelnou cestou. Nejprve signál prochází přes vstupní hodnotu „VSTUP“, kterou určuje signál přímo ze snímače v technologii. Poté se stanoví měřená hodnota v požadovaném rozsahu (MĚŘENÁ HODNOTA).

AnMeas TP4

Popis signálu

TP4 HS1_X6_VN_I Proud VN agregátu pole 1

Analogový signál

VSTUP	MĚŘENÁ HODNOTA	FILTR	ZAKAŽ	VNUŤ	AKTUÁLNÍ HODNOTA
mA		Neaktivní	MĚŘENÍ POVOLENO		34.68 %
9.55	34.68	34.68			34.68

Limity

LoLo	Lo	Hi	HiHi	Rozsah měření
10	20	80	90	Max 100.00 Min 0.00

Status

I/O Varování
 Špatný parametr

I/O Varování
 Špatný parametr

ALARMY

Obr. 21 – Vizualizační obraz analogového měření proudu VN agregátu pole č. 1

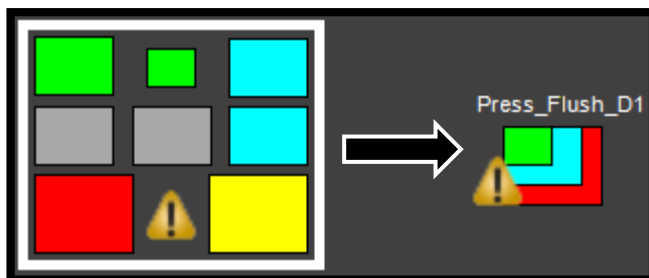
Tuto hodnotu je možné navíc filtrovat, což se projeví v záložce „FILTR“ (na obrázku neaktivní). Celé měření je dále možné zakázat pomocí tlačítka „ZAKAŽ“ (například při případných opravách). Na obrázku je ovšem MĚŘENÍ POVOLENO. Dalším poměrně důležitým tlačítkem je „VNUŤ“. Toto tlačítko může využít pouze pracovník, která má servisní oprávnění, protože lze právě jediným kliknutím definovat novou unikátní hodnotu dané veličiny, tzn. „Forcování proměnné“. V pořadí druhá záložka „Limits“ obsahuje omezení v podobě alarmních stavů Fault. Jedná se o maximální hodnoty (HiHi), minimální hodnoty (LoLo) a limity při překročení předem definovaných hodnot (Lo a Hi). Třetí záložkou je Status. Zde jsou nejdůležitější alarmy, které jsou filtrovány přímo pro daný prvek (Proud VN agregátu pole č. 1) a případně i varování „I/O Warning“ společně se špatnou volbou parametru. Všechny tyto možnosti jsou zašedlé a zvýrazní se pouze za předpokladu, že PLC vyšle požadovaný signál. Alarmy mají v podstatě 4 základní možnosti, které uživatele upozorňují, že se vyskytl daný problém. Jedná se o varování, poruchy, problikávající varování a problikávající poruchy (viz. 5.4.1). Vykřičník a přidružený textový popis jsou poté zvýrazněny u I/O varování a chybě, která ukazuje na špatný parametr. Příklad takové zobrazení je uveden ve žlutém obdélníku pod oběma vykřičníky.

5.5 Digitální měření

Digitální měření slouží ke dvoustavové detekci signálu (DgMeas_BETH). V této práci se právě tato forma měření využívá k indikaci korektního tlaku pro danou část technologie. Tato kontrola je prováděna ve dvou případech. Nejprve dochází k detekci tlaku, implementovaného přímo na výstupu ventilu špinavého vzduchu a poté se tlak měří také na vstupu ventilů oplachových.

5.5.1 Vizualizační prvek digitálního měření

Rozpracovaný vizualizační prvek digitálního měření(Presh_Flush_D1) je k dispozici na **Obr. 22**. Ze dvou možností bylo vybráno takové digitální měření, které je umístěno na vstupu oplachových ventilů. Mezi jeho hlavní části znovu patří velký červený (porucha Fault) a žlutý (varování Warning) obdélník (viz 5.4.1). I v tomto případě platí, pro všechny nepotvrzené poruchy a varování, že jejich obdélníky blikají v požadované barvě. Na to samozřejmě analogicky navazují poruchy a varování potvrzené, které se vyznačují pouze přidruženým pozadím (obsluhující pracovník zaregistroval poruchu nebo varování, ovšem ještě nedošlo k vyřešení příslušného problému).

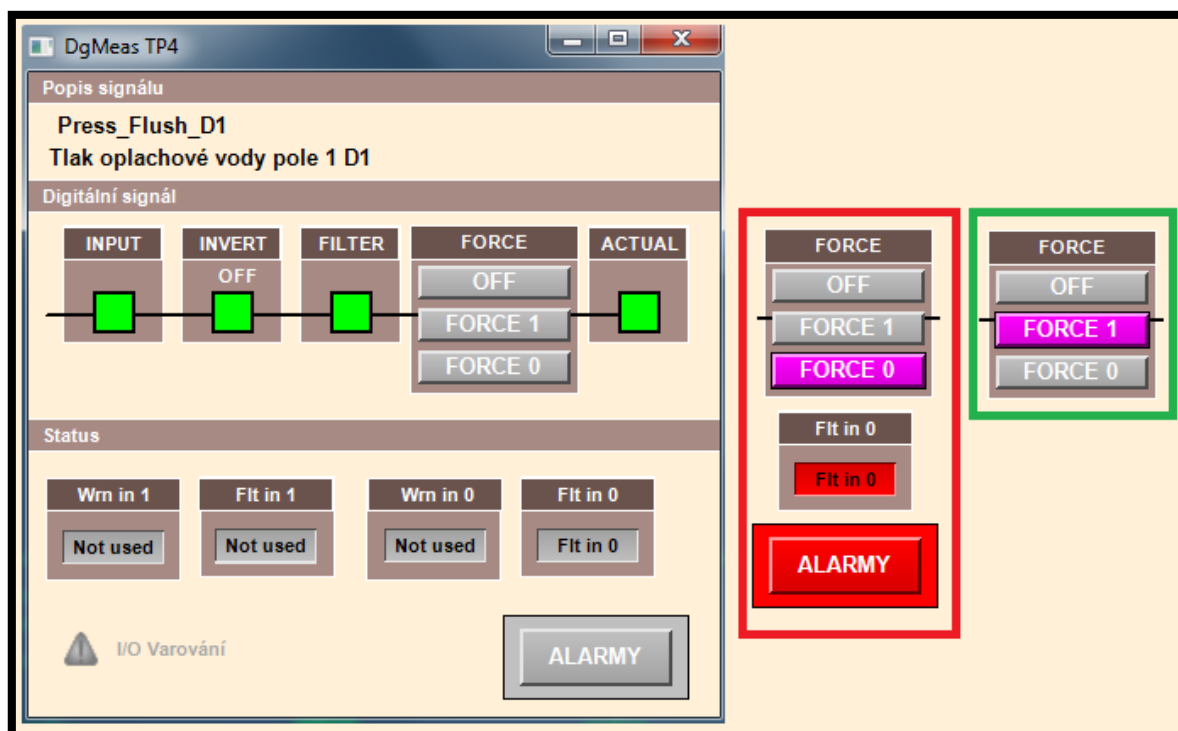


Obr. 22 – Rozpracovaný vizualizační prvek digitálního měření

Následuje vykřičník „I/O Warning“ (varování při špatné komunikaci s I/O). Na velké obdélníky navazují „klasické“ (dále označeny pouze jako obdélníky). První šedý obdélník zleva reprezentuje dynamicky přiřazenou symbolickou hodnotu. Druhý šedý obdélník zajišťuje defaultní pozadí vizualizačního prvku (pokud je neaktivní). Zprava jsou k dispozici dva světle modré obdélníky. Oba mají za úkol, na základě požadavku z vizualizace či PLC, „naforcovat“ stav tohoto vizualizačního prvku (logická 0 nebo 1). Posledními prvky jsou dva zelené obdélníky. Zleva je zde umístěn ten větší, který zobrazuje objekt ve stavu logické 1. Na obrázku malý zelený obdélník poté určuje „Raw“ (neupravenou) hodnotu, tzn. hodnotu přímo ze snímače. Tuto hodnotu lze editovat pomocí invertování či filtrování (viz 5.5.2). Poskládáním výše zmíněných prvků lze, v určitých vrstvách, vytvořit vizualizační prvek, který poté slouží k digitálnímu měření tlaku. Na obrázku šipka vpravo ukazuje na celý vizualizační prvek (Press_Flush_D1). Po kliku na digitální měření je možné otevřít vyskakovací okno. Hlavním úkolem tohoto vyskakovacího okna je detailněji zobrazit postup signálu, který však lze přímo v tomto okně modifikovat (na základě uživatelských práv).

5.5.2 Vyskakovací okno digitálního měření

Vizualizační obraz digitálního měření tlaku, v tomto případě oplachové vody pole č. 1, je uveden na **Obr. 23**. V záložce Digitální signál je možné vidět vývoj dvoustavového signálu, který je nejprve měří pomocí snímače a výsledek je uložen v proměnné „INPUT“ (na obrázku ve stavu logické 1).



Obr. 23 – Vizualizační obraz digitálního měření tlaku oplachové vody pole č. 1

Následuje tzv. invertování („obrácení“ signálu). Pokud je proces invertování aktivní (stav ON), poté se aktuální stav ze snímače invertuje ze stavu logické 1 do stavu logické 0. Proces „invertování“ je však neaktivní (stav OFF), a proto signál dále postupuje k filtraci (FILTER). Filtr dle PLC reaguje primárně právě na „invertování“, což se projeví tím, že signál propustí. Dalším procesem, který může stav signálu ovlivnit je „forcování“ (FORCE). Možnosti „forcování“ už jsou však omezeny a závisí hlavně na uživateli, který je v danou chvíli přihlášen. Operátor má v procesu „forcování“ omezená práva, a právě díky tomu je tento proces umožněn vykonávat pouze uživatelům administrátor a servisní pracovník. Příkladem může být „forcování“ signálu na logickou 0 (červený obdélník v pravé části obrázku). Tlačítko „FORCE 0“ se po kliknutí zčernalo, a navíc se spustí alarm, který upozorňuje na poruchu tohoto měření tlaku, tj. Flt in 0 (Porucha v logické 0). Tlačítko alarmů začne blikat (porucha nepotvrzena). Pokud daný uživatel vypne „forcování“ pomocí tlačítka „OFF“, pak stačí potvrdit poruchu ve vyskakovacím okně Alarmů (vysvětlení a popis dalších stavů viz 5.9.2) a tlačítko defaultně zešediví. Zelený obdélník dále ukazuje na „forcování“ do stavu logické 1 (FORCE 1). To se však neprojeví v alarmních stavech daného prvku (v záložce Status). Poslední dvoustavovou indikaci reprezentuje hodnota „ACTUAL“, která je již konečná a zobrazena ve vizualizačním prvku i tomto vyskakovacím okně. Poslední záložka Status informuje uživatele o tom, jestli jsou poruchy, případně varování v PLC povoleny. Z obrázku je totiž patrné, že je povolena pouze porucha ve stavu logické 0. Porucha ve stavu logické 1 a obě varování se tedy v alarmních stavech neprojeví. Záložka Status také obsahuje jeden vykřičník a přidružený textový popis. Jedná se o varování, která, na základě požadavku z PLC, upozorňují na problém s I/O.

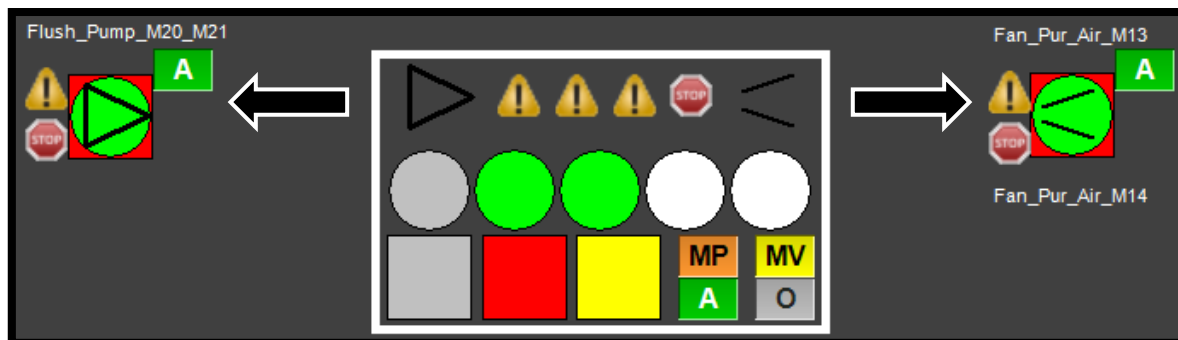
5.6 Ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel

K ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel se v této práci využívá prvek „DrvOnOff_BETH“. Hlavním úkolem je tedy korektně řídit zapínání a vypínání dostupných zařízení. Oběhová čerpadla slouží primárně k proplachu (aktivní v každém ze tří režimů – viz. 2.1) a vždy souvisí se startem ventilů oplachových. Ventilátory ofukového vzduchu jsou poté aktivní (hned při najíždění – viz 2.1.1) téměř po celou dobu provozu celého zařízení BETH a vypínají se pouze během posledního režimu provozu, tj. Doběh zařízení (viz 2.1.3).

5.6.1 Vizualizační prvek pro ovládání ventilátorů a čerpadel

Rozpracovaný vizualizační prvek pro ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel se nachází na **Obr. 24**. V levé spodní části se nachází šedý čtverec, který vytváří pozadí celého vizualizačního prvku. Následují již probrané čtverce pro poruchy (červený) a varování (žlutý). Potvrzené a nepotvrzené poruchy se i v tomto případě chovají stejně (viz 5.4.1), a proto je potřeba zmínit další prvky, které jsou typické právě pro ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel. V pravé části se nachází tzv. režimy provozu. Nejprve zelený obdélník s nápisem A, který reprezentuje zařízení v automatickém chodu, jenž je řízen naprogramovanou logikou v PLC. Poté dva manuální režimy. První manuální režim (oranžový obdélník MP) upozorňuje na manuální chod zařízení, které je ovládáno přímo u ovládacího pultu.

Druhý manuální režim (žlutý obdélník MV) umožňuje obsluhujícímu uživateli ovládat dané zařízení přímo z vyskakovacího okna (PopUp viz. 5.6.2). Posledním obdélník má barvu šedou (O) a ukazuje na stav, který není určen (většinou souvisí s nekorektní komunikací mezi PLC a vizualizací).



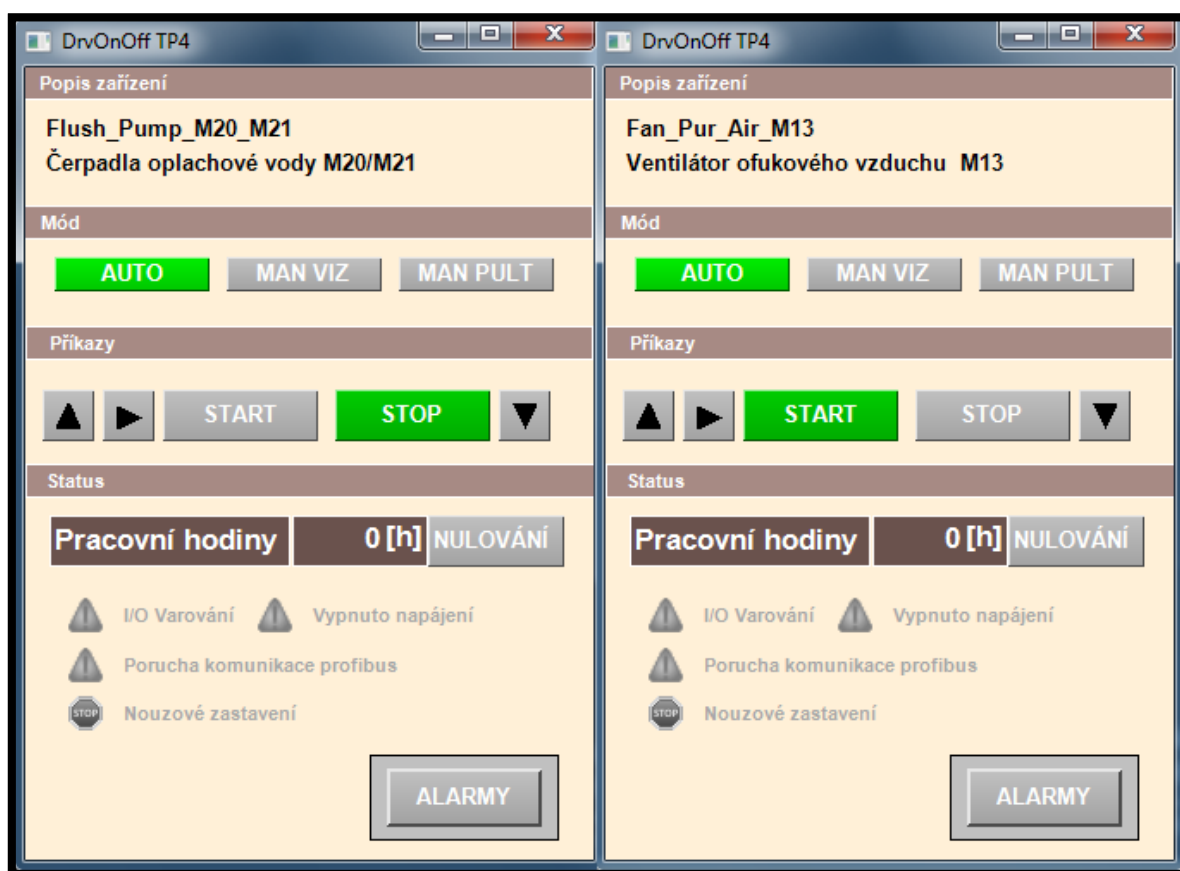
Obr. 24 – Rozpracovaný vizualizační prvek pro ovládání ventilátorů a čerpadel

Druhá řada v rozpracovaném vizualizačním prvku obsahuje zleva první šedý kruh, který reprezentuje pozadí vizualizačního prvku. Pozadí je poté doplněno o další dva zelené kruhy. Oba kruhy výrazně souvisí s provozem daného zařízení. První z nich „Starting“ slouží k rozběhu zařízení (problikává). Na rozběh navazuje konkrétní provoz zařízení, tzn. Running (statické pozadí, bez blikání). Následují dva bílé kruhy. První se aktivuje při zastavování zařízení (Stopping, problikává). Druhý poté za předpokladu, že je dané zařízení již zastaveno (Statické pozadí, bez blikání). Prostřední část třetí řady prvků obsahuje tři vykřičníky a ikonu STOP. První vykřičník je zobrazen při varování I/O (I/O Warning). Druhý poté hlídá napájení daného zařízení (Power Supply Off), které je po odpojení od zdroje aktivní. Třetí vykřičník se nakonec zobrazí při špatné komunikaci s průmyslovou sběrnici Profibus (DP Fault). Posledním prvkem je ikona STOP. Jedná se o indikaci STOP tlačítka (Emergency Stop). Největší rozdíl je mezi oběhovými čerpadly (Flush_Pump_M20_M21) a ventilátory ofukového vzduchu (Fan_Pur_Air_M13 a Fan_Pur_Air_M14), v rámci vizualizačním prvku, pouze ve znaku. Čáry, které jsou propojeny tak, že výsledný znak tvoří doprava natočený trojúhelník, patří oběhovým čerpadlům (levý horní roh obrázku). Dvě čáry pod různým úhlem poté vytváří znak, který odpovídá ventilátorům ofukového vzduchu (pravý horní roh obrázku). Veškeré zmíněné objekty lze tedy postupně poskládat tak, aby bylo možné vytvořit, v různých vrstvách, jak ventilátory ofukového vzduchu, tak i oběhová čerpadla.

5.6.2 Vyskakovací okno pro ovládání ventilátorů a čerpadel

Vizualizační obrazy pro ovládání oběhových čerpadel a ventilátoru ofukového vzduchu jsou k dispozici na **Obr. 25**. První záložka „Mód“ umožňuje přepnout režim provozu daného zařízení přímo z vizualizace. Obsluha vizualizace má možnost vybrat ze tří režimů, tj. AUTO (Automatický režim), MANUAL VIZ (manuální ovládání přímo v tomto vyskakovacím okně) a MAN PULT (manuální ovládání u ovládacího pultu). Následuje záložka příkazy. Nejdůležitějšími prvky jsou určité tlačítka START, které po kliknutí bude aktivuje požadavek na rozběh daného zařízení (Request_Start) a STOP, jenž po kliknutí vyše požadavek na zastavení daného zařízení (Request_Stop).

Tyto příkazy jsou doplněny o indikaci podmínek „Interlocks“. Jedná se o šipku nahoru pro rozběh, šipku vpravo pro chod a šipku dolů pro zastavení daného zařízení (viz 5.8). Poslední záložka Status obsahuje pracovní hodiny „Working hours“ (po přihlášení administrátora nebo servisního pracovníka a možnost tzv. NULOVÁNÍ), tři vykřičníky a indikaci aktivity nouzového STOP tlačítka. První vykřičník je aktivní při varování I/O (I/O Warning), druhý při vypnutém napájení (Power Supply OFF) a třetí při špatné komunikaci s průmyslovou sběrnici profibus. Nechybí také tlačítko, které obsahuje v podstatě každé vizualizační okno, tj. ALARMY, a i v tomto případě je toto tlačítko podbarvené na základě příchozích poruch (červeně), případně varování (žlutě).



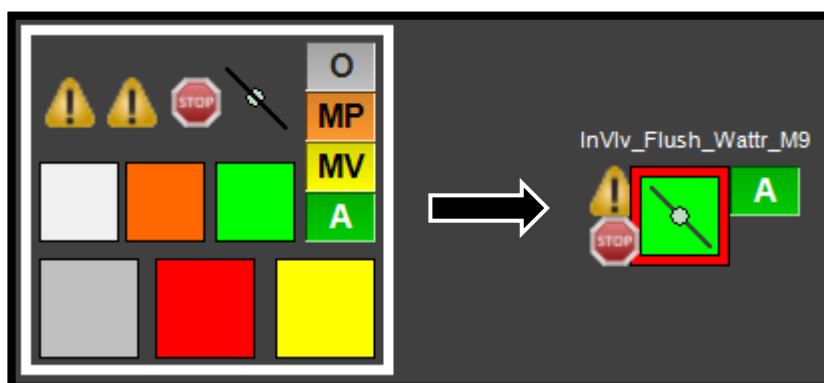
Obr. 25 – Vizualizační obrazy pro ovládání oběhových čerpadel M20/M21 a ventilátoru M13

5.7 Ovládání ventilů

K ovládání všech dostupných ventilů se využívá prvek „Vlv_BETH“. Jedná se o ventily čistého a špinavého vzduchu, které jsou doplněny o ventily oplachové. Obecně to jsou ventily, u kterých lze sledovat a případně upravit režim provozu či základní stavy. Dále jsou k dispozici koncové polohy a v části Status poté různé varování a poruchy. Na provoz celé technologie mají všechny dostupné ventily zásadní vliv a používají se v každém z jednotlivých režimů provozu (viz 2.1).

5.7.1 Vizualizační prvek pro ovládání ventilů

Rozpracovaný vizualizační prvek pro ovládání ventilu (InVlv_Flush_Wattr_M9) je k dispozici na **Obr. 26**. V levém spodním rohu se nachází velký šedý čtverec, který zajišťuje pozadí vizualizačního prvku. Následuje velký červený (porucha Fault) a žlutý čtverec (varování Warning). Poruchy a varování byly již dříve podrobněji rozebrány (viz 5.4.1), a proto lze pokračovat ve druhé řadě zleva. Zde je zobrazen bílý čtverec, který je aktivní za předpokladu, že je daný ventil uzavřen (Closed). Vpravo od něj se nachází čtverec oranžový, který se však využívá jen sporadicky a reprezentuje stav „zastaveno“ (Stopped). V praxi se totiž tento typ ventilu spíše otevře nebo zavře až do koncové polohy. Třetí zelený čtverec ukazuje na stav „otevřeno“ (Opened). V pravé části jsou poté k dispozici režimy, které již však byly popsány (viz 5.6.2). Patří zde tedy zelený obdélník A (Auto), žlutý obdélník MV (Manuální režim z vizualizace), oranžový obdélník MP (Manuální režim přes ovládací pult) a šedý obdélník O (stav neurčen). V levém horním rohu jsou umístěny také varovné vykřičníky. První z nich, v případě potřeby, označuje stav „I/O Warning“ (varování I/O). Druhý je poté aktivní při „Power Supply Off“ (napájení vypnuto). Předposledním prvkem je ikona STOP, která se zobrazí při stisku nouzového bezpečnostního tlačítka (Emergency Stop). Posledním prvkem je značka pro daný typ ventilu (černá čára s vnitřním znakem). Na základě výše zmíněných prvků lze, v různých vrstvách, poskládat vizualizační prvek pro příslušný ventil. Kliknutím na vizualizační prvek je dále možné otevřít vyskakovací okno.



Obr. 26 – Rozpracovaný vizualizační prvek pro ovládání ventilu

5.7.2 Vyskakovací okno pro ovládání ventilů

Na vizualizační obraz pro ovládání ventilu (InVlv_Flush_Wattr_M9) ukazuje **Obr. 27**. V tomto obraze je například (porovnání s kapitolou 5.6.2) přidána záložka Koncové polohy. Nejprve je však nutné zvolit konkrétní režim provozu v záložce Mód. Obsluhující pracovník může zvolit AUTO (automatický režim – závisí na PLC logice), MAN VIZ (manuální ovládání přímo z vizualizace) nebo MAN PULT (možnosti ovládání přímo u vizualizačního pultu). Následuje záložka Příkazy. Nejprve tlačítko OTEVŘI, které vysílá do PLC požadavek na otevření ventilu (Request_Open). Tlačítko ZAVŘI dále analogicky umožní vyslat požadavek na zavření daného ventilu (Request_Close). Nakonec je zde k dispozici také tlačítko STOP (zastavení ventilu v tzv. mezipoloze).

Na tlačítka „OTEVŘI a ZAVŘI“ jsou navázány podmínky pro otevření (vlevo od tlačítka) a zavření určitého ventilu (vpravo od tlačítka). Třetí v pořadí je záložka Koncové polohy. Tato záložka neobsahuje tlačítka, protože slouží k jednoznačné indikaci stavu koncové polohy daného ventilu, tzn. ventil je aktuálně otevřen nebo zavřen. Poslední záložkou je Status. Z velké části obsahuje 4 varovné vykřičníky. Jedná se o I/O varování (I/O Warning), napájení vypnuto (Power Supply Off), Tlak vzduchu vypnut (Pressure Off) a indikaci nouzového stop tlačítka (Emergency Stop). V podstatě každý vizualizační obraz musí také obsahovat tlačítko pro alarmní stavy, které se znovu probarvuje na základě příchozích alarmů.



Obr. 27 – Vizualizační obraz pro ovládání ventilu oplachové vody M9

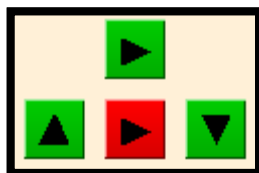
5.8 Podmínky provozu (Interlocks)

Podmínky (Interlocks) pomáhají obsluhujícímu pracovníku vhodně řídit dostupnou technologii. Pokud totiž nejsou tyto podmínky splněny, pak dojde k vyvolání alarmního stavu, tzn. Varování (Warning) nepotvrzeno. Je tedy možné, za určitých okolností, tyto podmínky ignorovat.

Záměrné přehlížení či nepozornost při sledování alarmních stavů, jenž upozorňují na varování, se může projevit například na opotřebením zařízení, případně i celé technologie. Podmínky (Interlocks) jsou součástí všech relevantních bloků (lze je povolit i zakázat v PLC) a jejich dodržení je často pro plynulý chod zařízení nezbytné.

5.8.1 Vizualizační prvek pro podmínky provozu jednotlivých zařízení

Rozpracovaný vizualizační prvek pro indikaci podmínek se nachází na **Obr. 28**. Konkrétně se využívají podmínky „Interlock_Start, Interlock_Run a Interlock_Stop“. Zleva zelený čtverec s černou šipkou nahoru reprezentuje „Interlock Start“. Tento „Interlock“ zobrazuje podmínky pro rozběh určitého zařízení. Následuje druhý zelený čtverec s černou šipkou doprava zobrazující „Interlock Run“, jehož hlavním úkolem ve vizualizaci je zobrazit podmínky pro chod daného zařízení.

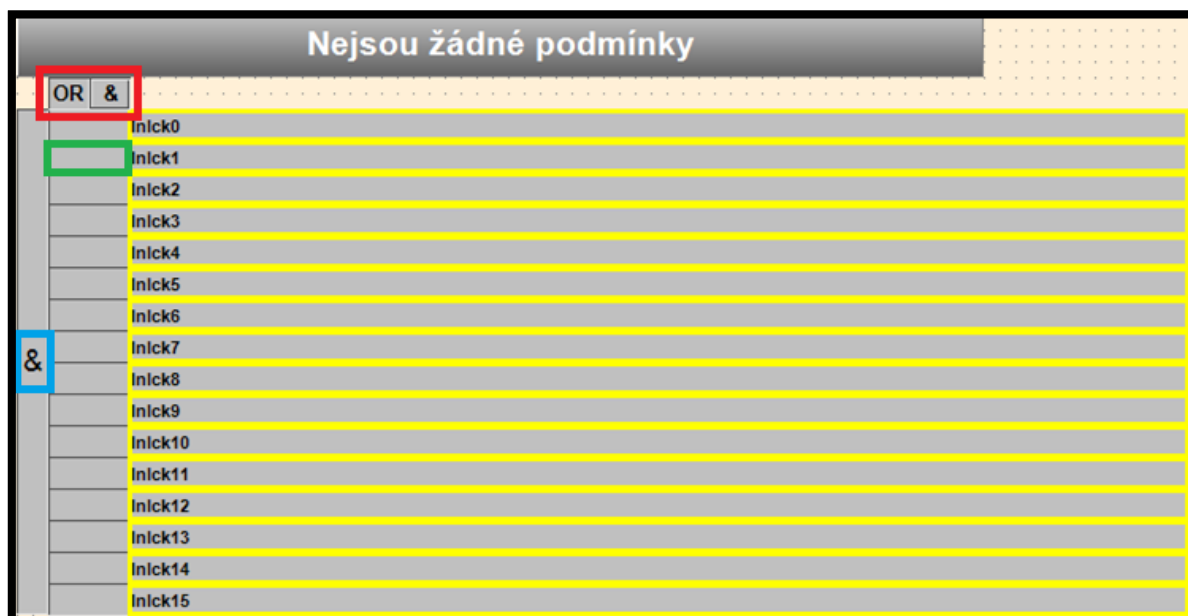


Obr. 28 – Rozpracovaný vizualizační prvek pro indikaci podmínek (Start, Run a Stop)

Na tento druhý zelený navazuje červený čtverec, znovu s černou šipkou doprava. Barevně odlišný „Interlock“ představuje ztrátu přechodového „interlocku pro chod“. Právě ztráta podmínek pro chod zařízení se může projevit tak, že se v některé části určitého zařízení vypne. Například se ve všech režimech provozu (viz 2.1) využívá oběhové čerpadlo (primárně při oplachu). Pokud by došlo ke ztrátě podmínek a čerpadlo se dokonce najednou zastavilo, pak by nebylo možné zcela korektně provést jak oplach, tak v podstatě i celé najíždění, případně normální provoz nebo doběh. Posledním v řadě je zelený čtverec s černou šipkou dolů, tj. „Interlock Stop“. V tomto případě se i dle názvu jedná o podmínky pro zastavení určitého zařízení. Všechny tyto podmínky (Interlocks) lze využít například v kapitolách 5.6 nebo 5.7.

5.8.2 Vyskakovací okno pro podmínky provozu jednotlivých zařízení

Vývojový vizualizační obraz pro indikaci podmínek je uveden na **Obr. 29**. Tento obraz se dále dynamicky upravuje (využití standardu firmy Ingeteam a.s.) na základě předem naprogramované logiky v PLC. Jedná se tedy o okno s obecně poskládanými prvky, které se postupně plní texty a jednotlivými objekty, jenž se dynamicky vhodně přemísťují. Například jsou v červeném obdélníku uvedeny dvě základní logické funkce, tj. OR (logický součet) a & (logický součin AND). Obě logické funkce se postupně, dle potřeby, kopírují a přesunují do levé části (příkladem může být zelený obdélník) každého žlutého obdélníku. Jednotlivé žluté obdélníky poté reprezentují konkrétní podmínky (na obrázku 16 bitové podmínky „Interlocks“). Modrý obdélník zvýrazňuje „&“, který slouží jako rychlá indikace všech dostupných (ne)aktivních podmínek.



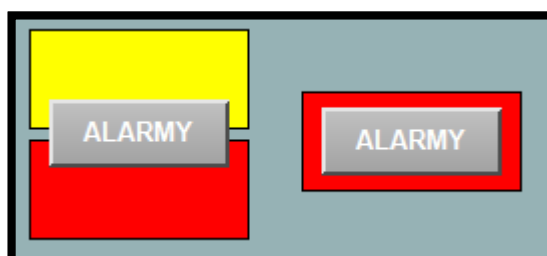
Obr. 29 – Vývojový vizualizační obraz pro indikaci podmínek provozu vybraných zařízení

5.9 Alarmy

Alarmy slouží primárně k zobrazení všech přichozích poruch a varování. Každý vizualizační prvek navíc obsahuje ve svém přiděleném vyskakovacím okně (PopUp) tzv. filtrované alarmy. To se projeví tak, že jsou dostupné pouze poruchy a varování zvoleného zařízení (vizualizačního prvku). Možnost „filtrování“ nabízí pouze SW Promotic. TIA portal poté (viz 6) umožňuje alarmy filtrovat, ovšem pouze za předpokladu, že se využívá podporovaný HW (problém s velice levným dotykovým panelem, který se vyznačuje různými omezujícími vlivy).

5.9.1 Vizualizační prvek pro alarmní stavy dostupných zařízení

Rozpracovaný vizualizační prvek pro alarmní stavy je k dispozici na **Obr. 30**. Mezi nejdůležitější části lze jednoznačně řadit červené (poruchy Fault) a žluté (varování Warning) obdélníky. Nepotvrzené varování a poruchy problikávají (flashing), u potvrzených zachovávají staticky přidělenou barvu pozadí (viz 5.4.1).

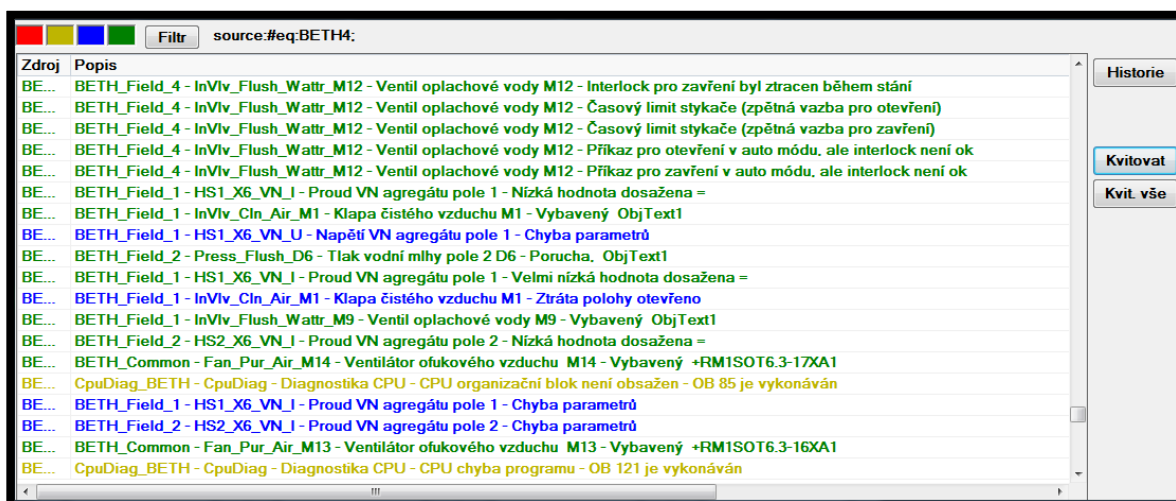


Obr. 30 – Rozpracovaný vizualizační prvek pro alarmní stavy

Tento vizualizační prvek je umístěn v hlavním přehledovém vizualizačním okně (viz 5.3). Primárně zobrazuje výskytu všech dostupných varování a poruch. Filtrace alarmů se využívá ve vyskakovacích oknech jednotlivých prvků. Postupným poskládáním zmíněných prvků lze vytvořit vizualizační prvek, který slouží ke korektní indikaci přichozích poruch a varování. Kliknutím na tlačítko ALARMY dojde k otevření vyskakovacího okna (PopUp – viz 5.9.2)

5.9.2 Vyskakovací okno pro alarmní stavy dostupných zařízení

Vizualizační obraz pro všechny dostupné alarmy se nachází na **Obr. 31** (bez využití tzv. filtrování). V horní části obrázku se nachází tlačítko filtr, které umožní filtrovat alarmy na základě různých hledisek (například podle daného zařízení). Zleva od tlačítka jsou poté umístěny 4 barevné obdélníky, jejichž význam souvisí s tzv. kvitací. Proces „kvitování“ (Ack) znamená, že obsluhující pracovník zaregistroval danou poruchu či varování (tlačítkem „Kvitovat“ může tento stav potvrdit). Po „kvitaci“ tedy porucha či varování nemusí být vyřešena. Až po konkrétní opravě může dojít k vyřešení a zároveň změně na vhodnou barvu. V horní části jsou tedy uvedeny malé barevné obdélníky, tj. červený, žlutý, modrý a zelený. V seznamu alarmů není uveden stav alarmů, který je zbarven červeně. Jedná se o alarm aktivní „nekvitovaný“. Tento zřetelný alarm se vyznačuje tím, že se většinou řeší s největší prioritou (kritická část technologie). V seznamu dostupný je poté alarmní stav žluté barvy, který upozorňuje na stav aktivní, alespoň „kvitovaný“. Obsluhující pracovník tedy v tomto případě daný alarmní stav zaregistroval a může sjednat příslušnou nápravu. Následuje další, v seznamu zmíněný, stav, který je označen barvou modrou. Jedná se o alarmní stav neaktivní, ovšem ještě „nekvitovaný“. Daný problém je aktuálně vyřešen a v seznamu je ještě pro doplnění. Obsluhující pracovník jej může ještě kvitovat, aby se zbarvil nejlépe zeleně. Poslední alarmní stav má definovanou barvu zelenou. Každý alarmní stav by se jednou měl přebarvit právě takto, protože ukazuje na stav neaktivní a navíc „kvitovaný“, tzn. „Ideální stav“.



Obr. 31 – Vizualizační obraz pro všechny dostupné alarmy

6. Zpracování vizualizace v rozvodně odprášení TP

V rozvodně odprášení TP se doposud řešily úpravy a případné poruchy dostupné technologie. Vizualizace, která je zpracována v této práci, nahrazuje, v dnešní době již nedostačující, HW interpretaci, která byla tvořena různými tlačítky a svítidly. Nahrazení spočívá ve využití dotykového (touch) panelu od firmy Siemens. Vizualizaci lze vytvořit ve vývojovém prostředí WinCC Basic, které je součástí programovacího SW pro PLC, tj. TIA Portal.

Vizualizační SW balík WinCC umožňuje standardně využít spojení různých prvků (v kapitole 5 označeno jako vizualizační prvek). Společnost Siemens definuje ve svých různých verzích WinCC toto spojení jako tzv. „Faceplate“. Jednotlivé typy prvků jsou poté k dispozici v záložce Libraries, která po rozkliknutí obsahuje složku Types. V této části lze nakreslit jednotlivé objekty tak, aby je bylo možné v programu využít na více místech (opakovatelnost při programování). Vzhledem k omezením (viz. 6.1) však nelze zcela jednoznačně využít zmíněný Ingeteam standard. Nabízí se tedy pouze manuální napojení všech prvků (Faceplate) a vyskakovacích oken (PopUp). Faceplate jako takový bylo tedy zapotřebí postupně u každého prvku napojit zvlášť. Jednalo se primárně o stavy, kterými různá zařízení indikují svou činnost. Z hlediska stavů lze poté například zmínit jednotlivé režimy provozu (automatický režim, dva manuální režimy), otevřené či zavřené ventily (čistého a špinavého vzduchu, oplachové), případné poruchy nebo varování (alarmní stavy). Následují jednotlivá vyskakovací okna, která jsou v této vizualizační části poměrně atypická, a to hlavně díky své velikosti. Celý koncept je postaven na maximální využitelnosti velikosti dotykového panelu. Tímto způsobem by se mělo docílit primárně větší přehlednosti a zároveň se zde nabízí i možnost sledování panelu bez využití dioptrických brýlí. Navíc právě vyskakovací okna neobsahují tlačítko Alarmy, které by standardně umožnilo filtrovat případné poruchy a varování přímo pro dané zařízení. Došlo také k telefonickému kontaktu Siemens podpory(Support). Výsledná odpověď byla taková, že právě dostupná verze WinCC tuto možnost spíše nepodporuje, případně jen z části. Částečné využití však vzhledem k většímu rozsahu celé vizualizace není možné zrealizovat. Z hlediska struktury programu jsou v kořenovém adresáři dostupná právě jen vyskakovací okna (PopUp). Veškeré vizualizační prvky (Faceplate) mají unikátní strukturu a jsou obsaženy přímo v hlavním přehledovém okně (viz. 6.3). Mezi další prvky je možné řadit například podmínky „Interlocks“ (viz. 6.9). Vyskakovací okna podmínek „Interlocks“ bylo však nutné, primárně vzhledem k různým omezením (viz. 6.1), z části odebrat, protože došlo k dosažení limitu pro počet napojených vizualizačních proměnných (tagů).

6.1 Výhody a nevýhody

Toto řešení nabízí několik výhod a nevýhod. Mezi hlavní výhody by se mohlo řadit právě využití grafické interpretace dostupných prvků na jednom místě, s ohledem na snadnější řízení nebo přehlednost. Vzhledem k HW konstrukci dojde také k jisté úspoře místa v celé rozvodně odprášení TP. Tento panel, jehož HW konfigurace je uvedena v kapitole 6.2, se v rámci projektu vybíral tak, aby celé řešení bylo co nejekonomičtější. Z tohoto důvodu přibývalo během realizace a testování mnoho omezení, která nešlo jednoduše zanedbat.

Mezi hlavní omezení jistě patří limit počtu prvků na jednotlivých obrazovkách (pro každou z nich lze použít maximálně 600 prvků) nebo obtížné využití programovacího standardu firmy Ingeteam a.s. Z hlediska standardu se jedná například o „logování“, které je možné pouze pro 1 skupinu (alarmy) a filtrování alarmů. U filtrování dostupných alarmů se nabízí možnost jediné přes omezený počet tříd alarm classes (maximálně lze využít 16). Tento počet však nedostačuje vzhledem k rozsahu této technologie. Nakonec došlo i na počet použitých proměnných (tagů). HW konfigurace jich ve vizualizačním prostředí WinCC Basic podporuje 800. Tento limit je ovšem rovněž nedostatečný, a tak muselo dojít k redukci určitých méně relevantních funkcí (například viz.6.9).

6.2 HW konfigurace

V této práci se využívá, jak již bylo z části zmíněno, cenově nejdostupnější panel. Jedná se o typ Siemens SIPLUS HMI KPT1200 BASIC DP. Vyznačuje se 12.1“ dotykovým displejem, jehož rozlišení je definováno 1280 x 800 pixely. Dále obsahuje komunikační rozhraní MPI / PROFIBUS DP a USB. V této práci je komunikace s tímto panelem realizována přes převodník USB – MPI (PROFIBUS), který je uveden na **Obr. 32**. Hlavním důvodem je programovací notebook, který neobsahuje vstup pro průmyslovou sběrnici profibus. Z hlediska komunikace tedy došlo k propojení notebooku (SW TIA Portal – WinCC Basic) a dotykového panelu. Přenos celého programu ze SW TIA Portal do tohoto dotykového panelu trvá delší časová okamžik (v našem případě zhruba 5 až 10 minut). Při vývoji tedy bylo vhodné vždy zpracovat větší celek programu a až poté přejít k samotnému nahrání programu.



Obr. 32 – Převodník USB – Profibus

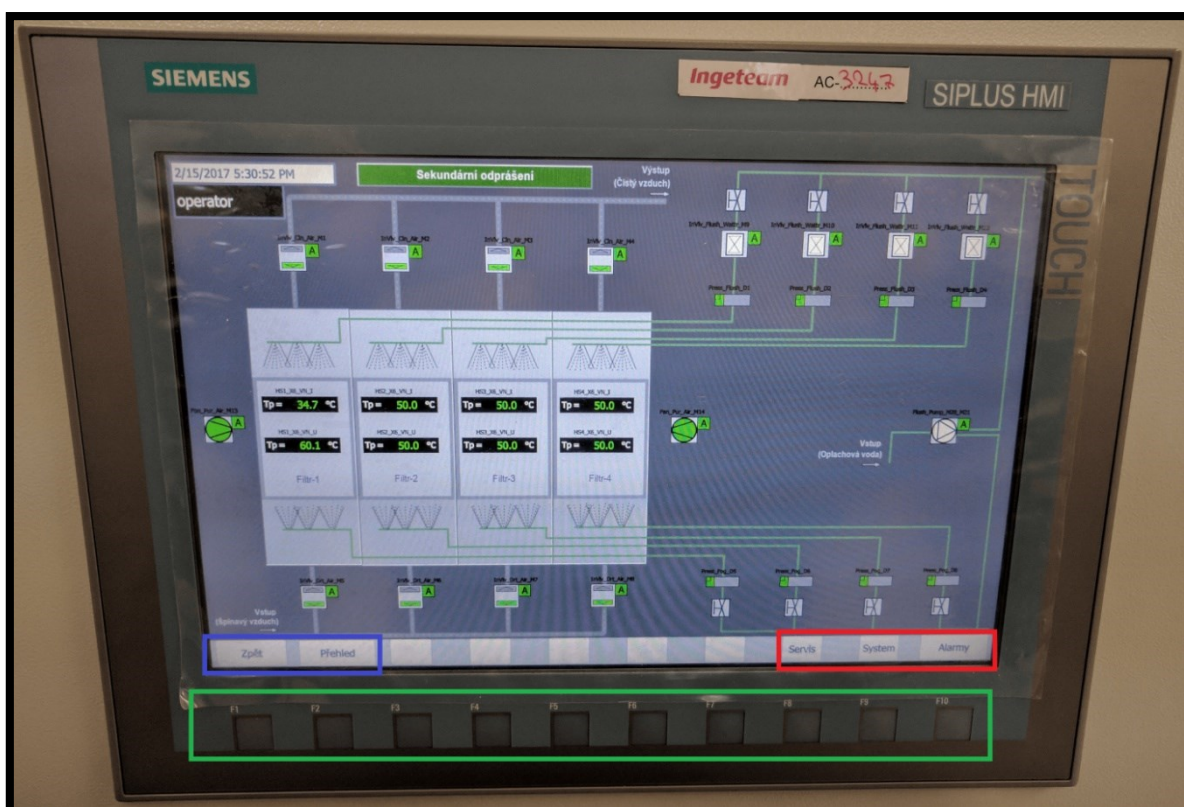
6.3 Hlavní přehledové vizualizační okno

Hlavní přehledové vizualizační okno „Přehled“ je k dispozici na **Obr. 33**. Při vývoji je nutné pamatovat na fakt, že každé zařízení (vizualizační prvek) musí umožnit, po jeho rozkliknutí, otevření příslušného vyskakovacího okna (PopUp). Tuto možnost zajišťuje vždy aktivní vrstva s transparentní výplní (bez barvy s černými tečkami).

Z obrázku je dále patrné, že celý technologický celek odprášení TP čeká na impuls, který by jej spustil. Ventilátory ofukového vzduchu jsou totiž zapnuty, což je jeden z důležitých předpokladů pro spuštění první režimu dostupné technologie, tj. Najíždění (viz 2.1.1). Hlavní přehledové okno samozřejmě obsahuje všechna relevantní zařízení, jež jsou určena pro korektní funkci technologie odprášení TP. Tato zařízení obsahují v rámci přehledového okna vizualizační prvek (označení souvisí i vyskakovacím oknem):

- Analogové měření napětí a proudu VN – **Analog Measure**
- Digitální měření tlaku – **Digital Measure**
- Ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel – **Drive ONOFF**
- Ovládání oplachových ventilů – **Valve ONECOIL**
- Ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu – **Device to Position**
- Indikaci podmínek – **Interlocks**
- Alarmy – **Poruchy a varování** dostupných zařízení

Zelený obdélník ve spodní části ukazuje na HW tlačítka, které lze využít k například k otevírání či zavírání vizualizačních oken. HW tlačítka jsou napojena tak, aby umožnila pracovat s panelem co možná nejefektivněji.

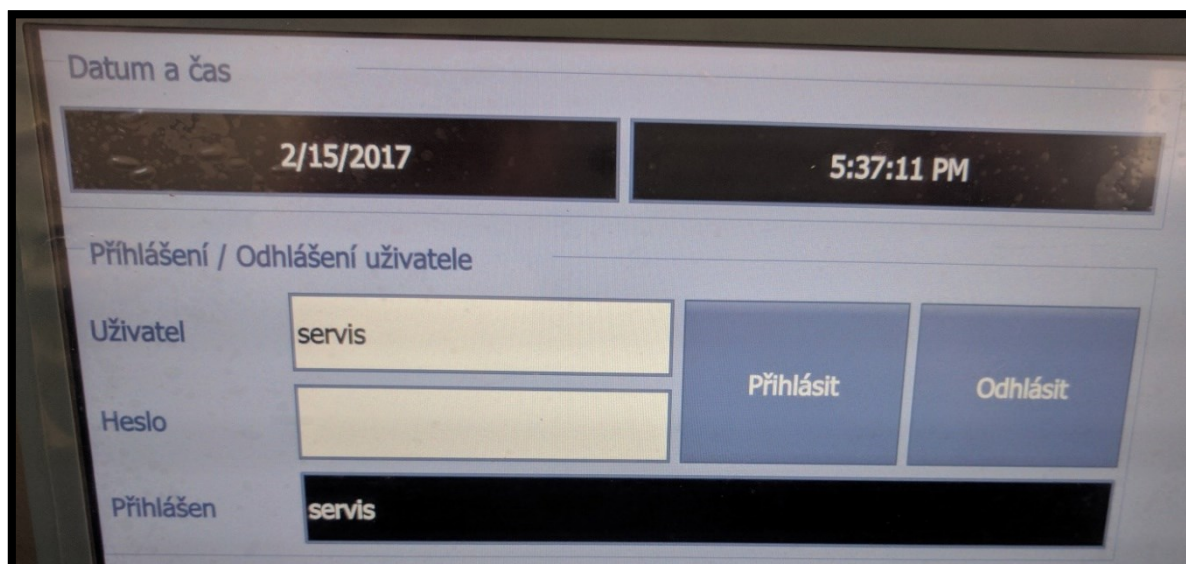


Obr. 33 – Vizualizační okno „Přehled“

Vzhledem k tomu, že většina prvků obsahuje vlastní vyskakovací okno, jsou relevantní další podbarvené obdélníky. Modrý a červený obdélník ukazuje na využití prvních dvou (F1 a F2) a posledních tří (F8, F9 a F10) tlačítek. Modrý obdélník zvýrazňuje dvě tlačítka (SW alternativa HW tlačítek F1 a F2), tj. Zpět a Přehled. Již z názvu je patrné, že tlačítko Zpět zobrazí vždy předchozí aktivní vizualizační okno. Přehledové tlačítko (Přehled) poté aktivuje hlavní přehledové okno. Červený obdélník překrývá další tři tlačítka (SW alternativa HW tlačítek F8, F9 a F10), tj. Servis, System a Alarmy. Tlačítko Servis otevírá vyskakovací okno „Servisní menu“, které dále popisuje kapitola 6.3.1. Následuje tlačítko „System“, jehož vizualizační okno je defaultně součástí SW WinCC Basic. Toto předdefinované okno obsahuje elementární diagnostické funkce a různé možnosti nastavení dotykového panelu. Poslední tlačítko Alarmy otevírá vytvořené vizualizační okno, jehož úkolem je zobrazit veškeré alarmní stavy dostupné technologie (viz. 6.10).

6.3.1 Servisní menu

Servisní menu lze charakterizovat jako vizualizační okno, jenž slouží primárně k přihlašování a odhlásování obsluhujícího pracovníka (viz. **Obr. 34**). V horní části jsou k dispozici dva černé obdélníky (indikační charakter), které zobrazují aktuální datum a čas. Z hlediska autorizace uživatele se využívá část „Přihlášení / Odhlášení uživatele“. Zde jsou k dispozici dva bílé obdélníky, které slouží k modifikaci uživatele a přístupového hesla. Pro zadávání se z pravidla používá dotyková klávesnice, jenž se zobrazí po kliknutí na příslušný obdélník. Následně je potřeba uživatele, pomocí dvou příkazových tlačítek, přihlásit nebo případně odhlásit. Indikace přihlášeného uživatele je nakonec realizována přes další černý obdélník (na obrázku přihlášen servisní pracovník).



Obr. 34 – Vizualizační okno „Servisní menu“

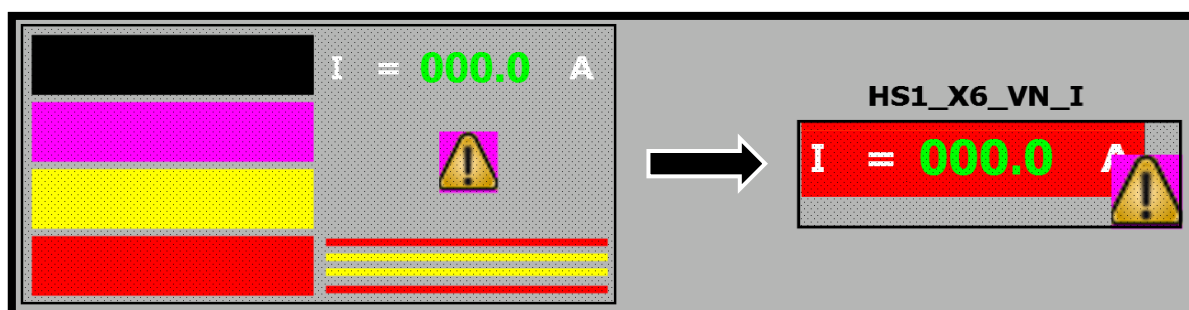
Vývojové vizualizační prostředí WinCC Basic umožňuje spravovat uživatelská oprávnění v záložce „User administration“. Tato záložka obsahuje dvě hlavní části – „Users“ a „User groups“. V části „Users“ se definují uživatelé, jejich hesla, automatické ohlašování (po zadané době je nutné uživatele znovu přihlásit v rozmezí od 5 do 60 minut), pořadové číslo (identifikace uživatele pro zařazení do dané skupiny). Skupiny uživatelů lze poté editovat v části „User groups“. Standardně se využívá skupina Administrator (maximální možný přístup), která zahrnuje všechna dostupná oprávnění (user administration, monitor, operate a servis). V této práci jsou však velice podstatné další dvě skupiny, tj. servis a operátor. Servisní pracovník má oprávnění v podstatě shodná s Administrátorem. Operátor je už však omezen. Z dostupných oprávnění může využít „monitor a operate“. Operátorovi je tedy umožněno sledování a částečný zásah do technologického procesu (nemůže například „forcovat“ stavy příslušných zařízení).

6.4 Analogové měření

Analogové měření (Analog Measure) má samozřejmě stejnou funkci, kterou zmiňuje kapitola 5.4. Přesto lze najít několik odlišností, a to jak ve vizualizačním prvku (Faceplate), tak i vyskakovacím okně (PopUp). Hlavním úkolem analogového měření je tedy zobrazit aktuální proud nebo napětí VN agregátu pro jednotlivá pole.

6.4.1 Faceplate analogového měření

Vizualizační prvek (Faceplate) analogového měření (HS1_X6_VN_I) je uveden na **Obr. 35**. V levém horním rohu se nachází jeden z nejzákladnějších prvků, jehož geometrický tvar reprezentuje černý obdélník (pozadí celého vizualizačního prvku). Následuje fialový obdélník, který je aktivní tehdy, když se obsluhující pracovník rozhodne stav daného zařízení „naforcovat“ (do logické 1 nebo 0). Možnost signál „naforcovat“ má však pouze uživatel s dostatečnými právy, tzn. Administrátor nebo servisní pracovník (viz. 6.3.1). Poté jsou k dispozici dva obdélníky, které mají na starost informovat obsluhujícího pracovníka o všech alarmních událostech. Jedná se o červený (poruchy Fault) a žlutý (varování Warning) obdélník. Poruchy a varování byly rozebrány v předchozím vizualizačním řešení (5.4.1). Alarmní události jsou doplněny o indikaci jejich limitních hodnot. Konkrétně se využívá dvou červených (maximální a minimální hodnoty) a žlutých (limity při překročení předem definovaných hodnot) čar, které reprezentují příslušné poruchy.

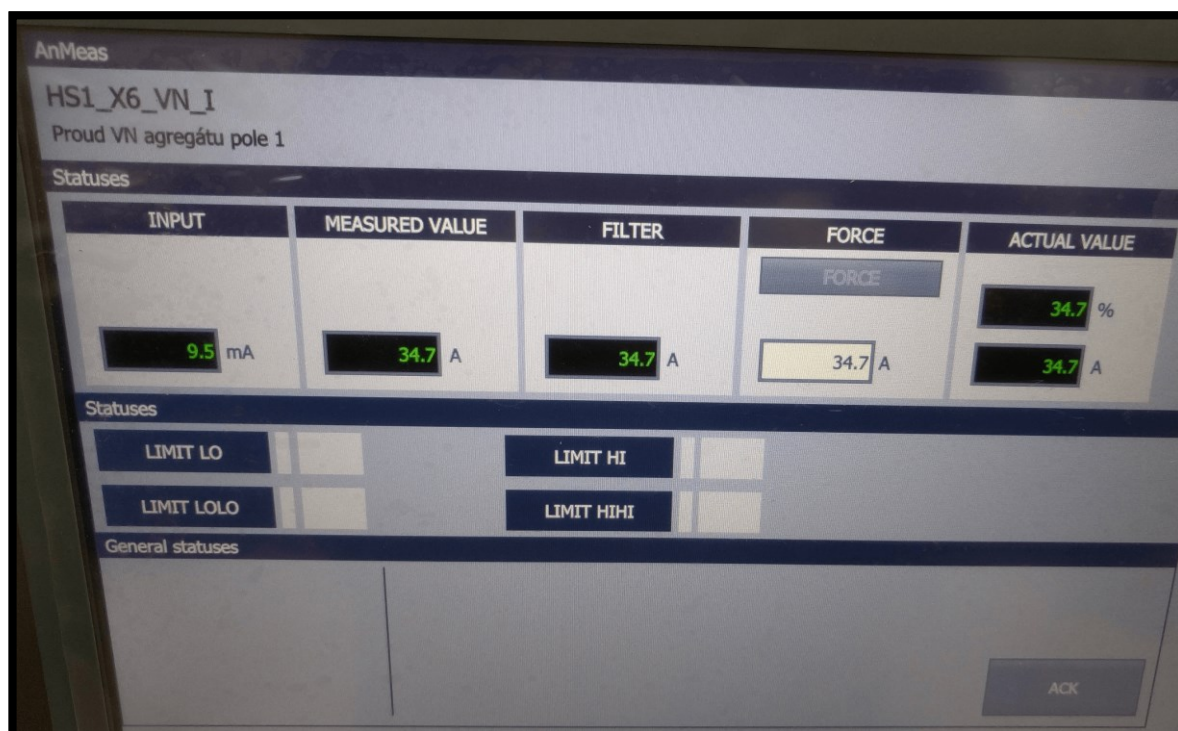


Obr. 35 – Faceplate analogového měření

Z hlediska varovných vykřičníků se zde nachází pouze jeden, tj. I/O Warning (varování I/O). Text „I=“ definuje označení příslušné měřené veličiny (proud), na kterou navazuje hodnota „000.0“ (reálné číslo) a text „A“ (jednotka měřené veličiny, ampér). Poskládáním výše zmíněných prvků je poté k dispozici kompletní vizualizační prvek, který na základě logiky v PLC zobrazuje stavy, jenž indikují aktivitu analogového měření proudu pro pole č. 1.

6.4.2 Vyskakovací okno analogového měření

Vizualizační okno analogového měření proudu VN agregátu pole č. 1 se nachází na **Obr. 36**. Vzhledem k omezenému počtu využitých proměnných (viz. 6.1) bylo nutné zajistit, aby toto vizualizační okno obsahovalo pouze nejdůležitější prvky. Například byla odebrána ikona pro indikaci I/O varování (I/O Warning). U vizualizačního prvku samozřejmě zůstala, aby měl obsluhující pracovník dostatečný přehled. První záložkou je Statuses. V této části je znovu patrné, jak se signál postupně mění a co jej ovlivňuje. Snímač indikuje vstupní hodnotu (INPUT) 9.5 mA. Na základě vstupu INPUT se poté přepočítává v PLC hodnota na tzv. měřenou (MEASURED VALUE). Následuje filtrování, které umožní danou měřenou hodnotu, v tomto případě proud, ustálit při různých změnách na potřebné hodnotě. Tyto tři části nelze ve vizualizaci nijak upravovat, a proto je zde k dispozici tzv. forcování (FORCE). Po kliknutí na bílý obdélník s číslem se zobrazí dotyková klávesnice, který umožní zadat příslušnou hodnotu. Kliknutím na šedé tlačítko FORCE lze tuto hodnotu nejen nastavit, ale zároveň i potvrdit.



Obr. 36 – Vizualizační okno analogového měření proudu VN agregátu pole č. 1

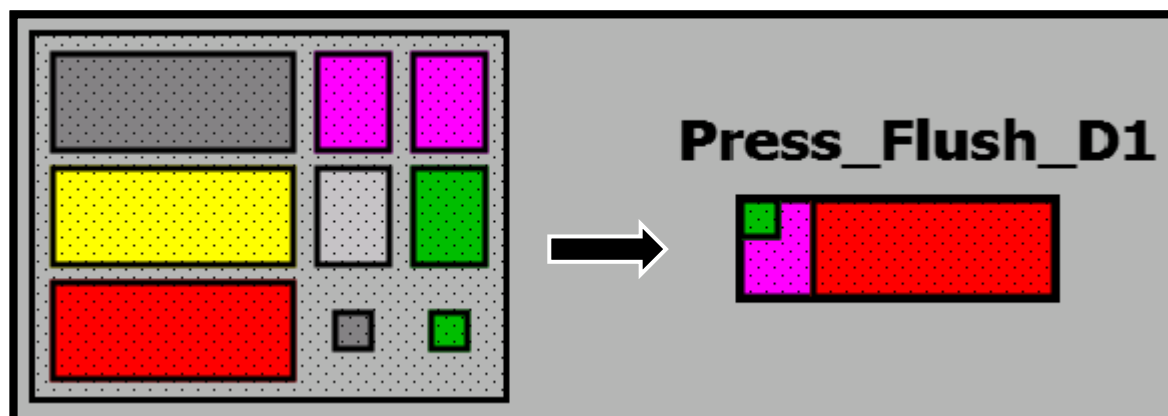
K tomu je však potřeba dostatečné uživatelské oprávnění. Z obrázku je patrné, že je přihlášen uživatel operátor, a proto je tato možnost navíc zašedlá. Při přihlášení uživatele Administrátor nebo servisní pracovník by došlo ke zbělení tlačítka a tato možnost by tedy byla aktivní. Poslední část už zobrazuje výslednou hodnotu v příslušné jednotce i procentech. Další záložkou je Statuses pro limitní stavy. Předěšlá podkapitola 6.4.1 již tyto limitní stavy zmínila. Jedná se tedy o poruchy LIMIT LO, HI, HIHI a LOLO. Na obrázku bílé obdélníky jsou vždy umístěny zprava od jednotlivých poruch. V případě potřeby dochází k jejich přebarvení, aby bylo možné jednoznačně zpozorovat, která limitní hodnota je aktivní. Menší obdélníky poté reprezentují limitní stavy případných poruch potvrzených. U větších se jedná o poruchy nepotvrzené. K potvrzování nakonec slouží tlačítko ACK, které je umístěno v pravém dolním rohu obrázku. Po kliknutí na toto tlačítko dojde k potvrzení poruchy, což ovšem znamená, že ji daný obsluhující uživatel zaregistroval. Konkrétní vyřešení poruchy by mělo následovat právě po tomto zjištění.

6.5 Digitální měření

Digitální měření (Digital Measure) navazuje na kapitolu 5.5. V dostupné technologii má primárně na starost kontrolu tlaku, jenž je či není optimální pro danou technologickou část. Digitální měření je umístěno na výstupu ventilů špinavého vzduchu a vstupu ventilů oplachových. Toto měření vyniká svou přehledností a celkově spíše informativní charakter, což dokazuje i naprogramovaná logika v PLC, která umožňuje, za určitých okolností, zanedbat krátkodobé problémy s tímto zařízením.

6.5.1 Faceplate digitálního měření

Vizualizační prvek (Faceplate) digitálního měření, v tomto případě tlaku na vstupu oplachového ventilu(Press_Flush_D1), je uveden na **Obr. 37**. V levé dolní a prostřední části obsahuje dva obdélníky, které slouží k indikaci alarmních stavů tohoto zařízení na kontrolu tlaku. Jedná se o již zmíněné obdélníky, tj. červený (poruchy Fault) a žlutý (varování Warning). I v tomto případě se využívají pro korektní chod zařízení poruchy a varování potvrzené, případně nepotvrzené. Tyto skutečnosti však již byly rozebrány v předchozích kapitolách.

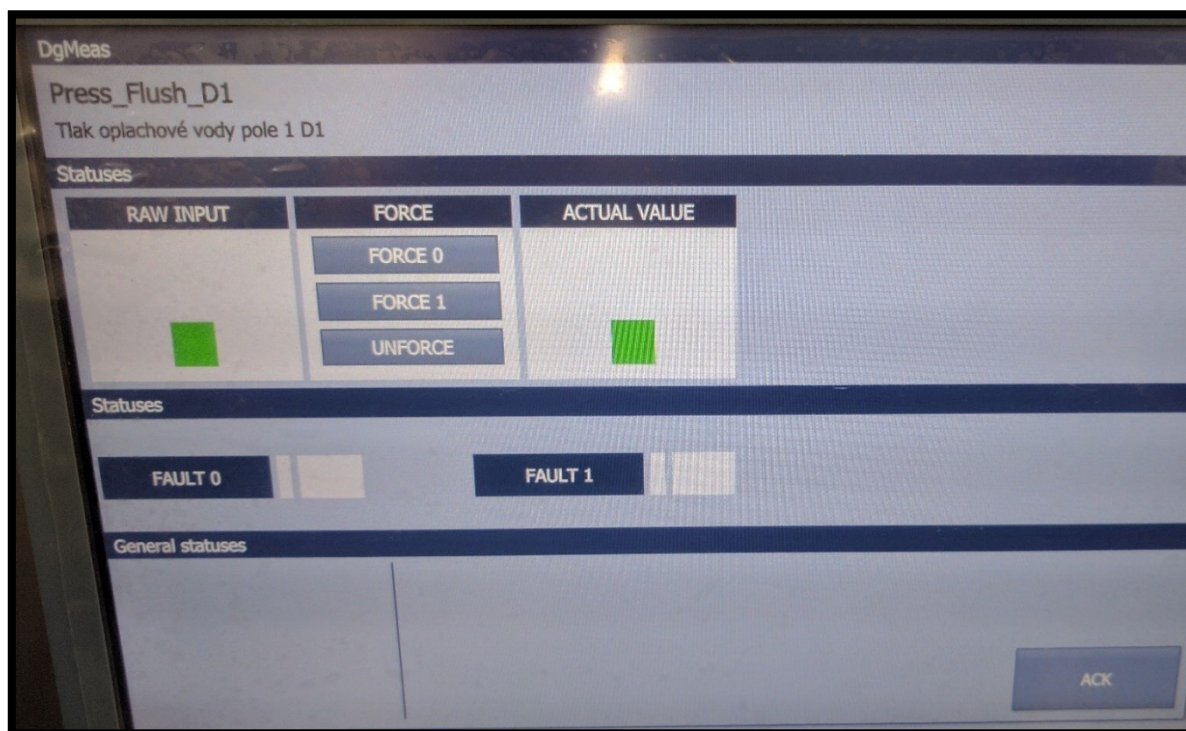


Obr. 37 – Faceplate digitálního měření

Horní levý roh dále ukazuje na šedý obdélník, jehož hlavní funkcí je statické zobrazení pozadí vizualizačního prvku. V pravém horním rohu následují dva malé fialové obdélníky, které jsou určeny k „forcování“ stavu tohoto zařízení (možnost „forcovat“ na logickou 0 nebo 1). Malý šedý obdélník, jenž je umístěn zhruba uprostřed, zajišťuje pozadí a zároveň stav objektu (logická 0). Zprava je doplněn o malý zelený obdélník, jehož stav je na základě aktivního signálu z PLC definován logickou 1. Na oba malé obdélníky navazují v pravém dolním rohu dva malé čtverce, jejichž funkce je částečně podobná. Šedá varianta malého čtverce zobrazuje v objekt ve stavu logické 0, zatímco zelená varianta reprezentuje „Raw“ hodnotu přímo ze snímače (lze upravit invertováním či filtrováním – viz. 6.5.2). Na rozdíl od podkapitoly 5.5.1 zde není k dispozici žádný varovný vykřičník. Využití však není závislé až tolik na programátorovi, jako spíše na různých omezeních, které přináší právě dostupný dotykový panel. Vzhledem k tomu, že toto měření není zcela kritické, došlo k odebrání těchto varování a tím se uvolnil prostor pro mnohem relevantnější prvky. Omezení spočívá v maximálním počtu prvků, které mohou být umístěny na jednotlivých vizualizačních oknech (viz. 6.1). Na základě výše zmíněných prvků lze v různých vrstvách sestavit vizualizační prvek. Správným napojením na řídicí signály lze poté z PLC ovládat funkci celého zařízení tak, že obsluhující uživatel může sledovat aktuální stav. Po kliknutí na zařízení dojde k zobrazení příslušného vyskakovacího okna.

6.5.2 Vyskakovací okno digitálního měření

Vizualizační okno digitálního měření tlaku oplachové vody pro pole č. 1 je k dispozici na **Obr. 38**. První záložka Statuses obsahuje cestu, kterou musí signál projít tak, aby došel k výslednému stavu, tzn. aktuální hodnotě. Nejprve se v části RAW INPUT čeká na příchozí signál ze snímače, který je na obrázku aktivní (zelené podbarvení, signál v logické 1). Následuje část „FORCE“, kde je již možné signál „naforcovat“, tzn. bez ohledu na RAW INPUT lze změnit stav daného zařízení. Z obrázku je patrné, že je tato možnost aktivní, protože se všechna „forcovací tlačítka“ vyznačují bíle podbarveným písmem. V tuto chvíli tedy lze konstatovat, že má přihlášený uživatel dostatečná autorizační oprávnění a je přihlášen buď Administrátor nebo servisní pracovník (uživatel operátor by měl písmo zašedlé). Signál je možné „forcovat“ do logické 1 (FORCE 1) nebo 0 (FORCE 0), případně poté „odforcovat“ (UNFORCE). Z obrázku lze zpozorovat, že se „forcování“ nevyužívá, a proto je hodnota ze snímače (RAW INPUT) shodná s aktuální hodnotou, jenž reprezentuje výsledný stav zařízení pro kontrolu tlaku oplachové vody (ACTUAL VALUE). V pořadí druhá záložka Statuses obsahuje poruchy v logické 0 (FAULT 0) nebo 1 (FAULT 1). Pro přehlednost jsou obě poruchy doplněny o indikaci v podobě dvou obdélníků (vpravo od poruch). Úzký obdélník zobrazuje poruchu potvrzenou (aktivní porucha je zelená), zatímco ten větší nepotvrzenou (aktivní porucha je červená). Z hlediska napojení ve vizualizaci se jedná o to, že potvrzená porucha je napojena pouze k části „Visibility“ (Viditelnost). Nepotvrzení se u poruch řeší tím způsobem, že se napojí také část „Appearance“ (například možnost blikání „flashing“, což je právě u této poruchy velice důležité). Nakonec je ještě v pravém dolním rohu umístěno tlačítko ACK k potvrzení případných alarmních stavů. I v tomto případě se nevyužívá žádný varovný vykřičník, ani tlačítko, které by otevřelo alarmní stavy (omezení viz. 6.1), nejlépe filtrované tak, aby měl obsluhující uživatel zobrazeny takové stavy, které souvisí pouze s kontrolou tlaku určitého zařízení.



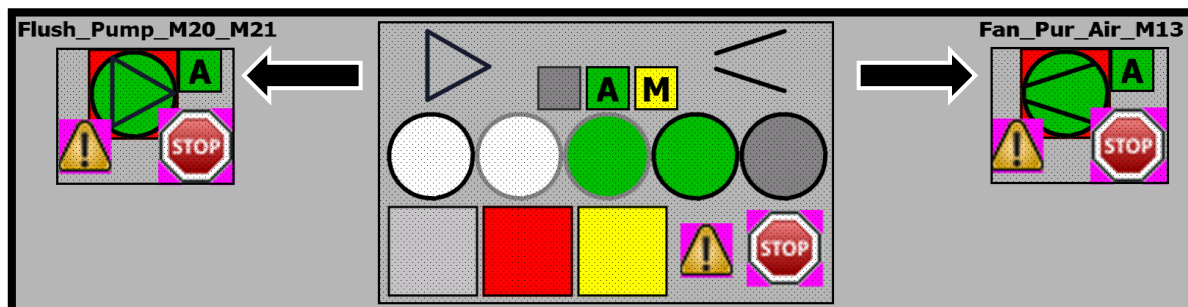
Obr. 38 – Vizualizační okno digitálního měření tlaku oplachové vody pro pole č. 1

6.6 Ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel

Ovládání obou zařízení se provádí na základě prvku „Drive ONOFF“, tzn. zapínání a vypínání zařízení. Ventilátory ofukového vzduchu jsou aktivní při režimu najíždění a vypínají se až při doběhu celého technologického celku. Hlavním úkolem oběhových čerpadel je poté zajistit proplach pomocí oplachových ventilů, které jsou součástí každého pole.

6.6.1 Faceplate pro ovládání ventilátorů a čerpadel

Vizualizační prvek (Faceplate) pro ovládání ventilátorů ofukového vzduchu (Fan_Pur_Air_M13) a oběhových čerpadel (Flush_Pump_M20_M21) se nachází na **Obr. 39**. V levém dolním rohu je k dispozici šedý čtverec, jehož hlavním úkolem je zobrazit pozadí zařízení. Následují již standardní alarmní stavy, na které upozorňují dva čtverce, tj. červený (poruchy Fault) a žlutý (varování Warning). Potvrzené, případně nepotvrzené poruchy nebo varování byly dříve rozebrány. Pravý dolní roh je dále vyplněn varovnými ikonami pro I/O Warning (I/O varování) a Emergency stop (Indikace bezpečnostního stop tlačítka). V prostřední části je zleva k dispozici 5 kruhů. První z nich, bílý s černým okrajem, je zobrazen, když je dané zařízení zastaveno (Stopped). Následuje bílý kruh s šedým okrajem, který je aktivní při zastavování příslušného zařízení (Stopping s využitím blikání „flashing“). První zelený kruh s šedým okrajem je aktivní při startu (rozběhu) určitého zařízení (Starting s využitím blikání „flashing“). Druhý kruh s černým okrajem je poté určen k indikaci provozu zařízení (Running).



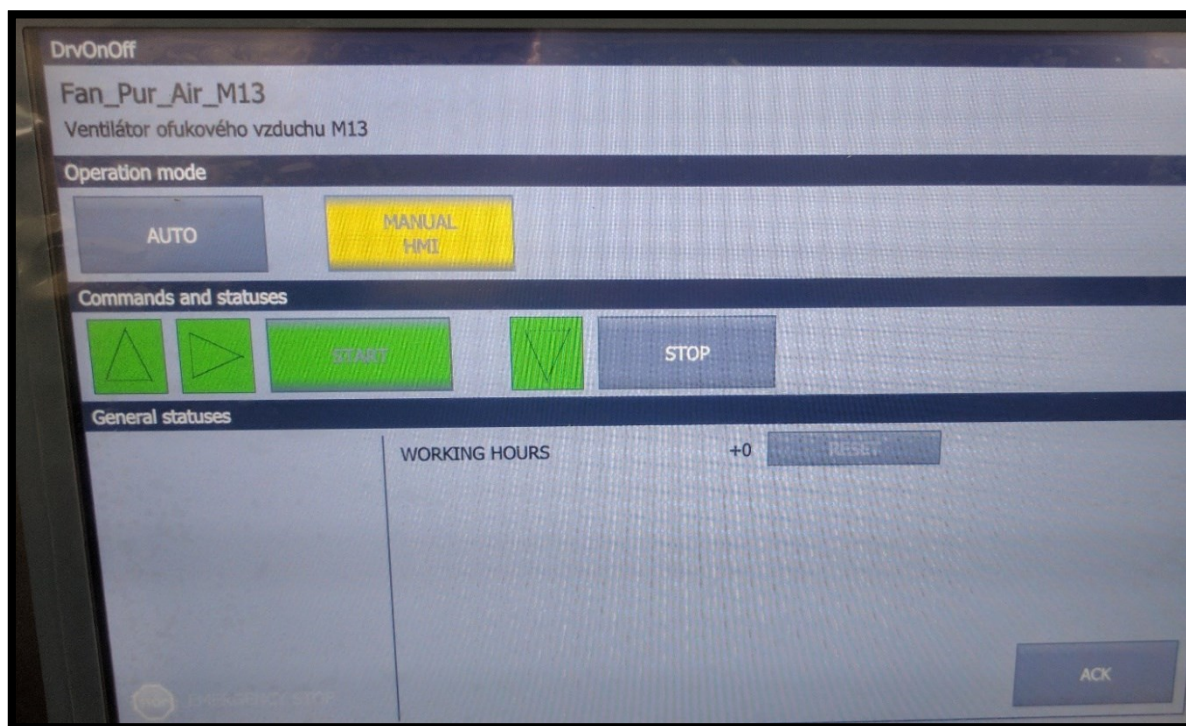
Obr. 39 – Faceplate pro ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oplachových čerpadel

Poslední v řadě, tmavě šedý kruh s černým okrajem, již není nijak napojen na proměnnou z PLC a slouží jako doplňující pozadí pro dané zařízení. V horní prostřední části jsou také umístěny malé čtverce, které zobrazují aktuální režim provozu zařízení. Režim, na který upozorňuje šedě zbarvený čtverec, reprezentuje stav, jenž není určen a většinou souvisí s nekorektní komunikací mezi PLC a vizualizací. Zelený čtverec s nápisem A reprezentuje stav pro automatický chod zařízení (Auto – dle logiky v PLC). Poslední v řadě je manuální režim, který umožňuje editovat aktuální stav zařízení přímo obsluhujícím uživatelem (Manual). Z hlediska vizualizace a v podstatě i PLC programu nejsou obě zařízení v zásadě rozdílné. Složením zmíněných prvků zde existuje mimo jiné rozdíl, který je jednoznačně patrný právě ve vizualizaci. Tím je jistě znak, jenž je umístěn uprostřed vizualizačního prvku. U oběhových čerpadel se jedná o doprava natočený trojúhelník, zatímco ventilátory ofukového vzduchu disponují dvěma, pod různým úhlem natočenými čarami.

6.6.2 Vyskakovací okno pro ovládání ventilátorů a čerpadel

Vizualizační okno pro ovládání ventilátoru ofukového vzduchu M13 je k dispozici na **Obr. 40**. První záložka určuje režim provozu daného zařízení (Operation mode). V provozu se využívají primárně dva dostupné režimy, tj. AUTO a MANUL HMI. První varianta, AUTO, nabízí automatický chod, který je předem naprogramován v PLC a obsluhující uživatel již za ideálních podmínek nemusí nijak zasahovat. V této práci se primárně využívá právě tento způsob řízení. Druhý způsob, který využívá režim MANUAL HMI, je uveden přímo na tomto obrázku a vyznačuje se žlutě podbarveným tlačítkem (automatický režim byl podbarven vždy zeleně). Tento režim však lze nejlépe popsat až v další záložce, která obsahuje dostupné příkazy a stavy (Commands and statuses). V PLC programu je implementována jedna unikátní vlastnost, která umožňuje obsluhujícímu pracovníkovi, bez ohledu na aktuální režim provozu celé technologie, změnit právě při režimu MANUAL HMI svůj stav. Výsledkem je tedy, v rámci tohoto režimu, aktivace všech podmínek provozu (Interlocks – viz. 6.9). Poté lze díky tomu zařízení kdykoliv vypnout či zapnout. Zaleží však samozřejmě na uvážení obsluhujícího pracovníka, který by se měl být vědom toho, co v danou chvíli může vykonat. Následuje záložka s obecnými stavy daného zařízení (General statuses). V této části jsou k dispozici pracovní hodiny (Working hours), indikace nouzového tlačítka STOP (EMERGENCY STOP) a tlačítko pro potvrzení alarmních stavů (Ack).

Pracovní hodiny (Working hours), jak již název vypovídá, určují dobu, po kterou je zařízení v provozu. Tento čas je možné vynulovat pomocí tlačítka RESET jen za předpokladu, že je přihlášen Administrátor nebo servisní pracovník. Z obrázku je patrné, že aktuální uživatel nemá potřebná oprávnění, a tudíž se jedná o operátora.



Obr. 40 – Vizualizační okno pro ovládání ventilátoru ofukového vzduchu M13

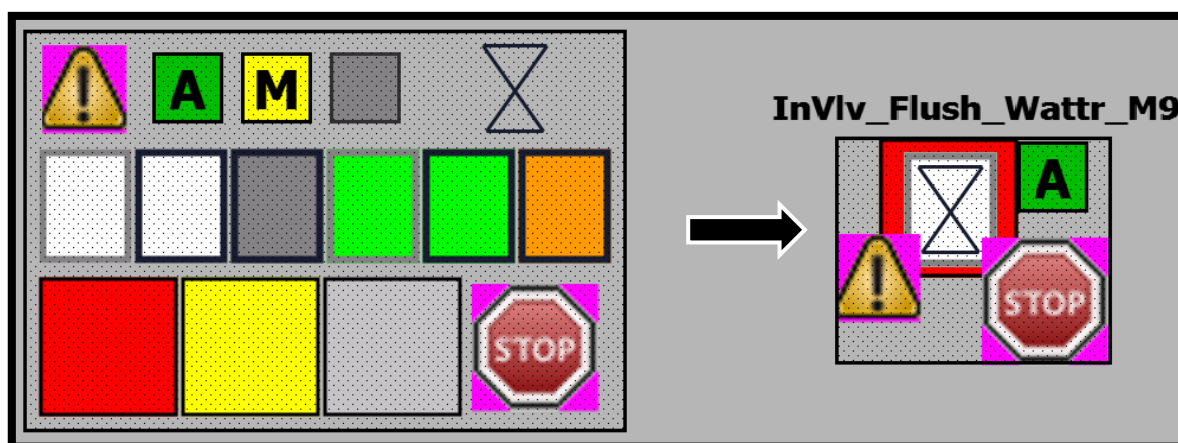
6.7 Ovládání oplachových ventilů

Jedna z velkých změn, která byla realizována v SW WinCC Basic, se udála u dostupných ventilů. Ventily oplachové jsou vytvořeny na základě prvku, jenž vychází ze standardu firmy Ingeteam a.s, a tím je „Valve ONECOIL“ (jednocívkový ventil). Hlavní rozdíl je tedy primárně v tom, že se v této vizualizační části používá rozdílný typ prvku pro ventily oplachové i ventily čistého a špinavého vzduchu (viz. 6.8). Z hlediska využití je tento typ ventilu součástí každého režimu provozu v rámci celé technologie (viz 2.1). Používá se výhradně pro proplach všech dostupných polí, u kterého musí být v provozu také oběhová čerpadla.

6.7.1 Faceplate pro ovládání oplachových ventilů

Vizualizační prvek (Faceplate) pro ovládání oplachových ventilů (InVlv_Flush_Wattr_M9) se nachází na **Obr. 41**. V levém dolním rohu jsou k dispozici dva čtverce pro indikaci alarmních stavů, tzn. červený (poruchy Fault) a žlutý (varování Warning). Vpravo od nich je šedý čtverec, jehož hlavním úkolem je vyplnit pozadí vizualizačního prvku oplachového ventilu.

Indikace bezpečnostního STOP tlačítka (emergency STOP) je posledním prvkem ve spodní řadě. Následuje řada prostřední, která zleva postupně obsahuje 6 obdélníků. Bílý obdélník s šedým okrajem slouží k zavírání tohoto ventilu (closing s aktivním blikáním „flashing“). Dalším prvkem je bílý obdélník s černým okrajem, který má za úkol zobrazit stav ventilu uzavřeno (closed). Šedý obdélník s černým okrajem poté reprezentuje doplňující pozadí vizualizačního prvku. Čtvrtým v řadě je zelený obdélník s šedým okrajem, jenž se zobrazuje při otevírání ventilu (opening s aktivním blikáním „flashing“). Předposlední zelený obdélník s černým okrajem bude aktivní za předpokladu, že je ventil otevřen (Opened). Poslední oranžový obdélník s černým okrajem reprezentuje ventil ve stavu zastaveno (Stopped). Horní řada zleva ukazuje na ikonu vykřičníku, který je aktivní při varování I/O (I/O Warning). Režimy provozu navazují svou logikou analogicky na podkapitulu 6.6.1. Režim zelený čtverec A (automatický režim), režim žlutý čtverec M (manuální režim) a režim šedý čtverec (Stav neurčen). Poslední prvek v řadě ukazuje na označení ventilu, který je složen jako skupina (Group) z elementárních černých čar. Složením dostupných prvků se postupně v různých vrstvách vytváří vizualizační prvek pro všechny ventily oplachové. Po kliknutí na vizualizační prvek lze dále otevřít vyskakovací okno.

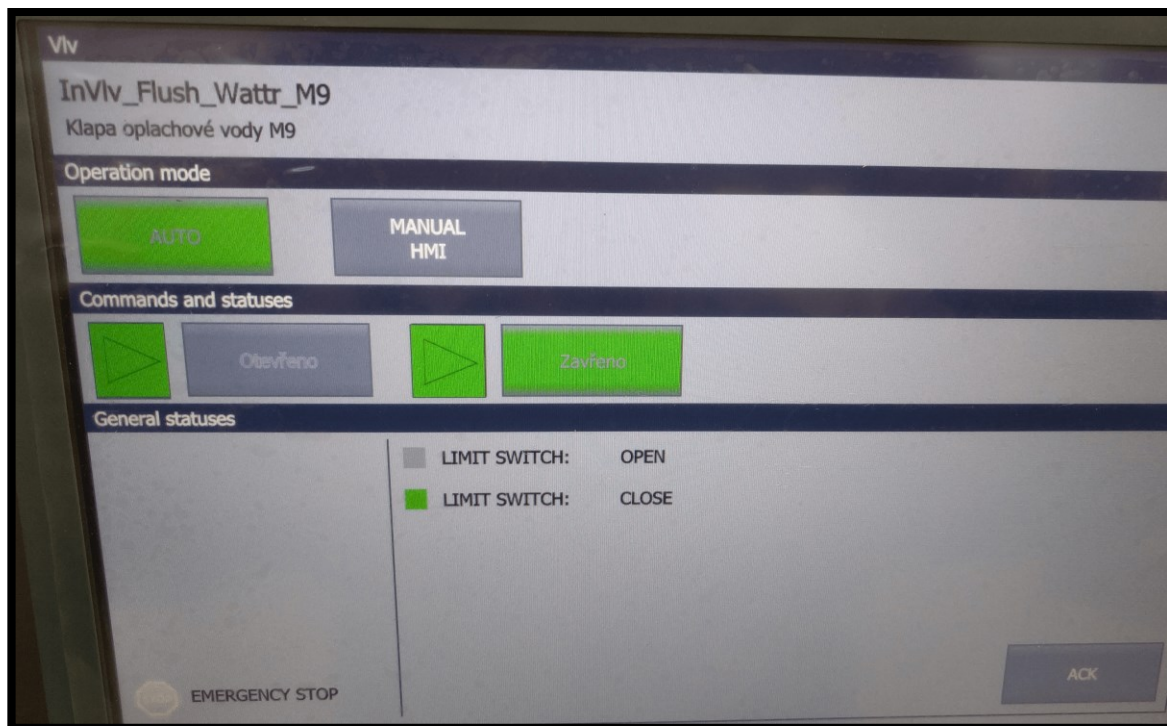


Obr. 41 – Faceplate pro ovládání oplachových ventilů

6.7.2 Vyskakovací okno pro ovládání oplachových ventilů

Vizualizační okno pro ovládání ventilu oplachové vody M9 je uvedeno na **Obr. 42**. V první záložce lze zvolit režim provozu oplachového ventilu (Operation mode). Na obrázku je aktivní automatický režim (zeleně podbarvené tlačítko Auto). Možnost přepnutí do manuálního je k dispozici, protože je tlačítko MANUAL HMI bíle podbarveno. Následuje záložka příkazů a stavů (Commands and statuses). K dispozici jsou dvě hlavní tlačítka pro otevření a zavření ventilu. V tuto chvíli je ventil uzavřen, protože je právě tento stav zvýrazněn zeleně podbarveným tlačítkem. Obě tlačítka jsou samozřejmě doplněna o podmínky (Interlocks) pro otevření a zavření (na obrázku zeleně zbarvené, tzn. aktivní). Poslední záložka nabízí indikaci obecných stavů (General statuses), mezi kterými jsou však umístěny velice důležité koncové polohy (LIMIT SWITCH), jenž zaručují, že je oplachový ventil v požadovaném stavu.

Dále je k dispozici ikona, která obsluhujícího uživatele informuje o stisku nouzového STOP tlačítka (EMERGENCY STOP). V dolním pravém rohu je také umístěno tlačítko, které se využívá pro potvrzení alarmních stavů (ACK).



Obr. 42 – Vizualizační okno pro ovládání ventilů oplachové vody M9

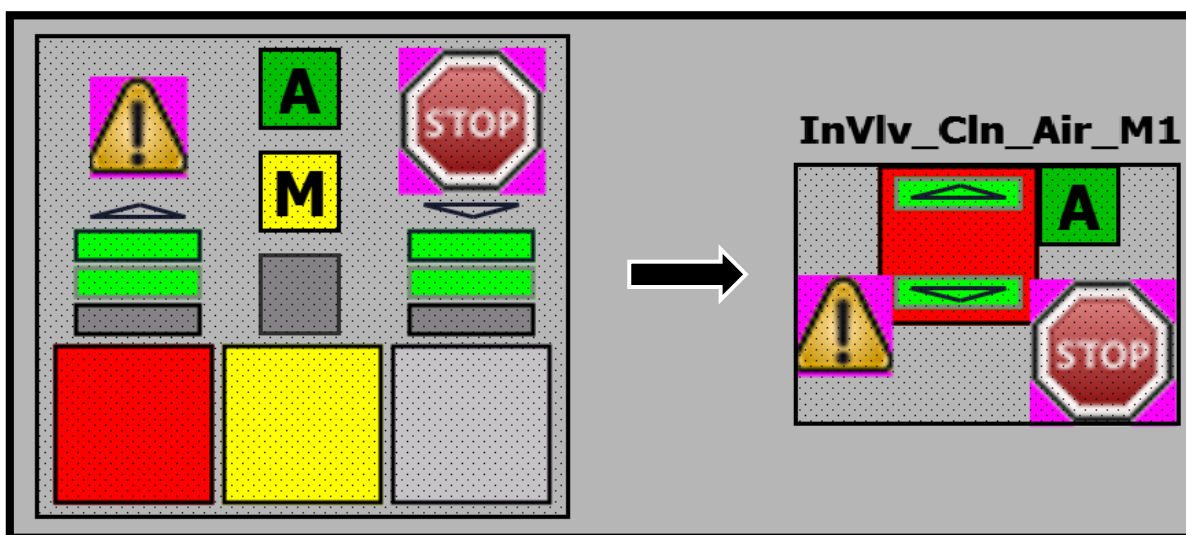
6.8 Ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu

Již v kapitole kapitola 6.7 bylo řečeno, že právě dostupné ventily prošly v této vizualizační části určitými změnami. Ventily čistého a špinavého vzduchu jsou totiž vytvořeny na základě rozdílného prvku ze standardu firmy Ingeteam a.s. a tím je „Device to Position“. Pro technologii odprášení TP jsou tyto ventily velice důležité, protože se využívají v každém režimu provozu (viz. 2.1). Vypínání nebo zapínání je u těchto ventilů zajímavé v tom, že se v každém poli otevírají, případně zavírají současně. V prvním poli se tedy například jedná o současnou reakci ventilů M1 a M5 (ventily čistého a špinavého vzduchu).

6.8.1 Faceplate pro ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu

Vizualizační prvek (Faceplate) pro ovládání ventilu čistého vzduchu (InVlv_Cln_Air_M1) je zobrazen na **Obr. 43**. Ve spodním levém rohu jsou postupně umístěny dva objekty, které souvisí s alarmy. Jedná se o již probraný čtverec červený (poruchy Fault) a žlutý (varování Warning). Šedý čtverec se využívá jako pozadí vizualizačního prvku (ventilu čistého vzduchu). Úzké obdélníky v prostřední části zleva a zprava poté souvisí s aktuální pozicí (stavem) ventilu.

Šedé obdélníky s černým okrajem nejsou napojeny na proměnnou (tag), protože mají za úkol zobrazit doplňující pozadí vizualizačního prvku. Zelené obdélníky s šedým okrajem reprezentují stav ventilu, který se postupně otevírá nebo zavírá, tzn. přechod do pozice zleva otevřeno (Move to Position 1) nebo zprava zavřeno (Move to Position 2). Zelený obdélník s černým okrajem poté ukazuje na stav ventilu, který je buď otevřen (Position 1 s šipkou nahoru) nebo zavřen (Position 2 s šipkou dolů). Nad všemi obdélníky jsou zobrazeny znaky zleva pro pozici otevřeno (Position 1) a zavřeno (Position 2). Horní řada zleva ukazuje na ikonu vykřičníku, jenž upozorňuje na varování I/O (I/O Warning). Následují dříve probrané režimy provozu tohoto zařízení, tzn. zelený čtverec A (automatický režim), žlutý čtverec M (manuální režim) a šedý čtverec (stav neurčen). Posledním prvkem je nouzová bezpečnostní STOP ikona (emergency STOP). Postupným poskládáním dostupných prvků lze v různých vrstvách vytvořit vizualizační prvek pro všechny ventily čistého a špinavého vzduchu. Kliknutím na vizualizační prvek lze dále otevřít vyskakovací okno.

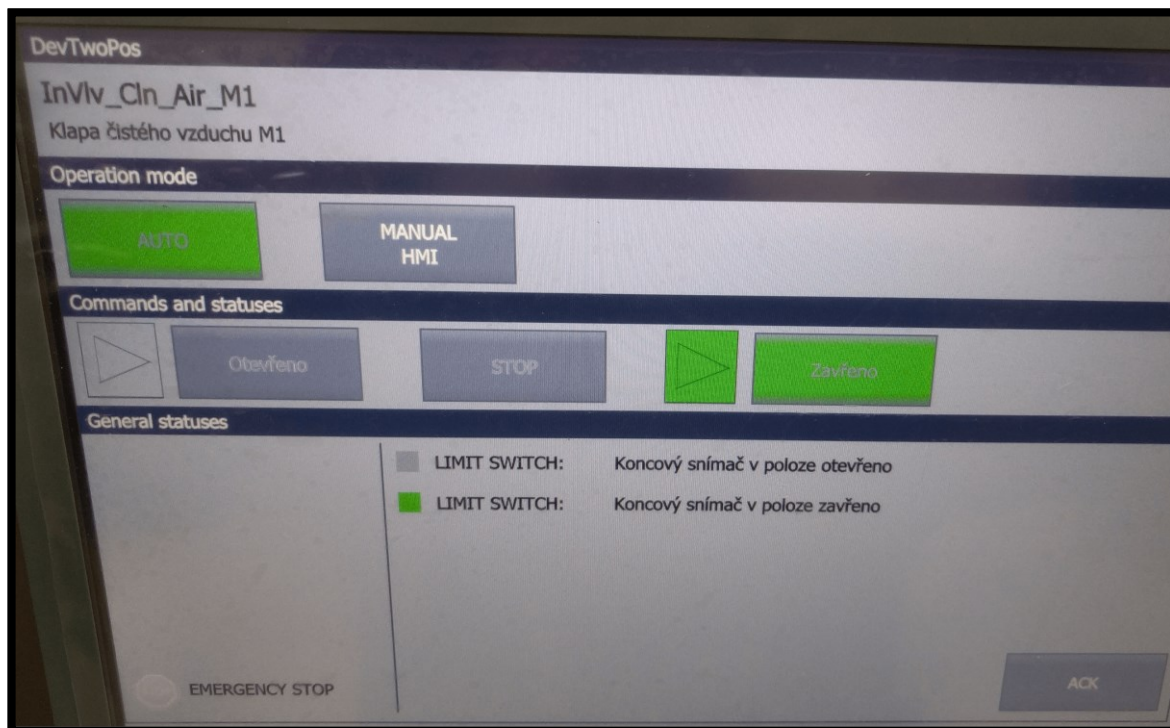


Obr. 43 – Faceplate pro ovládání ventilu čistého vzduchu

6.8.2 Vyskakovací okno pro ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu

Vizualizační okno pro ovládání ventilu čistého vzduchu M1 je uvedeno na **Obr. 44**. První záložka umožňuje obsluhujícímu pracovníku zvolit režim provozu zařízení. Z obrázku je patrné, že je zeleně podbarvený automatický režim (AUTO). Tlačítkem MANUAL HMI lze přepnout režim z automatického do manuálního. Druhá záložka má na starost příkazy a aktuální stavy (Commands and statuses). Tento ventil čistého vzduchu má k dispozici navíc, oproti oplachovému ventilu (viz. 6.7), tlačítko STOP. Díky tomu lze ventil standardně otevřít, zavřít a v případě potřeby i zastavit v určité mezipoloze. Na obrázku je ventil uzavřen (zeleně podbarvené tlačítko Zavřeno). Zleva, od hlavních tlačítek (otevření či zavření), jsou také umístěny podmínky provozu (Interlocks). Vzhledem k tomu, že je v danou chvíli aktivní režim najíždění (viz. 2.1.1), lze usoudit, že nemohou být splněny podmínky pro start zařízení.

Podmínky pro zavření ventilu jsou splněny, aby se celý technologický proces mohl spustit. Třetí záložka zobrazuje indikaci obecných stavů (General statuses). Mezi nejdůležitější prvky lze v této části řadit snímače koncové polohy (LIMIT SWITCH). Koncové snímače zabezpečují, že je ventil čistého vzduchu v požadované poloze, tzn. Pozice 1 (otevřeno) nebo Pozice 2 (zavřeno). Standardně je i zde dostupná ikona, jenž indikuje stisk STOP tlačítka (EMERGENCY STOP). Posledním prvkem je tlačítko ACK, které se využívá pro potvrzení alarmních stavů ventilu čistého vzduchu.



Obr. 44 – Vizualizační okno pro ovládání ventilu čistého vzduchu M1

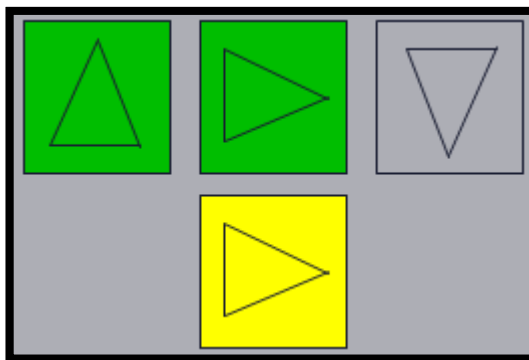
6.9 Podmínky provozu (Interlocks)

Podmínky provozu (Interlocks) mají v této vizualizační části stejný úkol, jako ve zmíněném vývojovém prostředí Promotic (viz. 5.8). Při korektním využití tedy zajišťují plynulý chod celé technologie odprášení TP. Pokud však tyto podmínky splněny nejsou a obsluhující uživatel vyvolaný alarmní stav (varování) ignoruje, pak může dojít ke zbytečnému opotřebení části nebo i celé technologie. Programátor PLC by měl právě tyto podmínky dostatečně promyslet, aby dostupná zařízení mohla plně vykonávat svou funkci.

6.9.1 Vizualizační prvek pro podmínky provozu jednotlivých zařízení

Vizualizační prvek (Faceplate), který nabízí uživateli pohled na základní funkci daného zařízení, se nachází na **Obr. 45**. Obsluhující uživatel má díky tomu neustále před očima barevnou kombinaci podmínek, které jednoznačně ukazují, kdy může být příslušné zařízení v provozu.

Z obrázku lze určit, že se jedná o tři hlavní druhy podmínek, tzn. rozběh (interlock start), provoz (interlock Run) a zastavení (interlock Stop). V horním levém rohu je nejprve čtverec se šipkou nahoru (šipka poskládána ze 3 elementárních černých čar), který reprezentuje prvotní podmínky pro rozběh zařízení (zelená barva znamená, že jsou splněny). Poté se již pro jeden stav využívají hned dva prvky. První, zelený čtverec se šipkou doprava, představuje podmínky provozu zařízení. Druhý jmenovaný se zobrazí za předpokladu, že během provozu došlo k jeho ztrátě. Například by mohl nastat poměrně velký problém, kdyby došlo ke ztrátě podmínek a případně i zastavení jednoho z ventilátorů ofukového vzduchu. Pokud by se však zastavily oba ventilátory, pak by celá technologie odprášení TP nemohla korektně fungovat. Ventilátory totiž běží standardně ve všech režimech provozu (viz. 2.1). Poslední čtverec ukazuje podmínky pro zastavení (šipka dolů). V tomto případě však nejsou splněny a díky tomu není možné, za těchto podmínek, dané zařízení zastavit. Z hlediska dalšího postupu by bylo nutné, aby obsluhující pracovník zjistil, které podmínky nejsou splněny a chybu buď nahlásil (zadal požadavek na opravu) nebo ji sám vyřešil.



Obr. 45 – Faceplate pro podmínky provozu zařízení (Interlocks)

6.9.2 Vyskakovací okno pro podmínky provozu jednotlivých zařízení

Vizualizační okno podmínek pro rozběh ventilátoru ofukového vzduchu M13 je uvedeno na **Obr. 46**. Podkapitola 5.8.2 zmínila okno ve spojitosti s dynamickou úpravou jednotlivých podmínek provozu na základě standardu firmy Ingeteam a.s. Dostupné vývojové prostředí WinCC Basic samozřejmě dynamické plnění různých textových polí podporuje, přesto je potřeba zmínit, že právě tyto podmínky nejsou ve většině případů využity a hlavním důvodem jsou zmíněná omezení (viz.6.1). Přitom právě tento typ oken nabízí poměrně přehledné prostředí hlavně pro servisní pracovníky, kteří poté mohou v podstatě ihned identifikovat příčinu problému a udělat všechno proto, aby došlo k nápravě. Z obrázku je na první pohled zřejmé, že je pro rozběh ventilátoru ofukového vzduchu M13 potřeba, aby došlo k uzavření všech ventilů čistého a špinavého vzduchu pro jednotlivá pole. Splněním této podmínky se zeleně probarví člen & (logický součin AND). Další způsob nabízí manuální režim provozu tohoto ventilátoru, což se v principu projeví tak, že při manuálním režimu bude možné vždy zařízení spustit, bez ohledu na celkové podmínky (Interlocks). Po splnění této podmínky následuje zelené podbarvení členu OR (logický součet).

Podmínky pro start ventilátoru ofukového vzduchu M13		
& OR &		Klapa čistého vzduchu M1 (InVlv_Cln_Air_M1) - V poloze ZAVŘENO
		Klapa čistého vzduchu M2 (InVlv_Cln_Air_M2) - V poloze ZAVŘENO
		Klapa čistého vzduchu M3 (InVlv_Cln_Air_M3) - V poloze ZAVŘENO
		Klapa čistého vzduchu M4 (InVlv_Cln_Air_M4) - V poloze ZAVŘENO
		Klapa špinavého vzduchu M5 (InVlv_Drt_Air_M5) - V poloze ZAVŘENO
		Klapa špinavého vzduchu M6 (InVlv_Drt_Air_M6) - V poloze ZAVŘENO
		Klapa špinavého vzduchu M7 (InVlv_Drt_Air_M7) - V poloze ZAVŘENO
		Klapa špinavého vzduchu M8 (InVlv_Drt_Air_M8) - V poloze ZAVŘENO
		Ventilátor ofukového vzduchu M13 (Fan_Pur_Air_M13) - Manuální režim HMI

Obr. 46 – Vizualizační okno podmínek pro start ventilátoru ofukového vzduchu M13

6.10 Alarmy

Hlavní úkol alarmů spočívá v tom, že mají upozornit obsluhujícího uživatele na případné alarmní stavy, tzn. poruchy a varování dostupných zařízení. Hlavní vizualizační okno obsahuje tlačítko (viz. 6.3), které samotné nabízí možnost částečně informovat uživatele o příchozích alarmních stavech. Tento způsob dále popsán v 6.10.1. Pro rychlou identifikaci problému se alarmy navíc tzv. filtrují pro jednotlivá zařízení. Vizualizační SW WinCC Basic standardně umožňuje filtrování alarmů, přesto právě díky již zmíněným omezením z hlediska HW (viz. 6.1) tuto možnost nelze využít.

6.10.1 Vizualizační prvek pro alarmní stavy dostupných zařízení

Vizualizační prvek (Faceplate) alarmů se využívá pro zobrazení alarmních stavů celé technologie odprášení TP (viz. **Obr. 47**). Tlačítko Alarmy se skládá ze tří, na první pohled, stejných tlačítek. Shora se však jedná o tlačítko, které upozorňuje obsluhujícího pracovníka na varování (Warning s nepotvrzeným blikáním „flashing“). Prostřední tlačítko není napojeno na žádnou proměnnou (tag), protože reprezentuje ideální stav bez alarmních stavů. Poslední tlačítko má nejvyšší prioritu a jedná se o poruchové alarmní stavy (Fault s nepotvrzeným blikáním „flashing“). Složením třech dostupných tlačítek je poté možné, v různých vrstvách, vytvořit vizualizační prvek, který zobrazuje obsluhujícímu pracovníkovi „částečné“ alarmní stavy. Tím se rozumí fakt, že na hlavní obrazovce uvidí uživatel pouze barevnou indikaci daného problému (žlutá a červená pro varování nebo poruchy). Kliknutím na tlačítko dojde k otevření vyskakovacího okna.



Obr. 47 – Faceplate pro alarmy

6.10.2 Vyskakovací okno pro alarmní stavy dostupných zařízení

Vývojová část vizualizačního okna pro alarmní stavy se nachází na **Obr. 48**. Ve spodní levé části obrázku je vyznačen velký zelený obdélník, které ukazuje právě na výpis alarmních stavů, které se postupně, na základě předem definovaných sloupců, vypisují do jednotlivých řádků.

Alarm texts

Alarm number:

Time:

Alarm status:

Alarm text:

Alarm class:

Date:

Acknowledgment group:

Diagnosable:

PLC (error location):

Time	Date	Status	Text

ACK

Visible columns

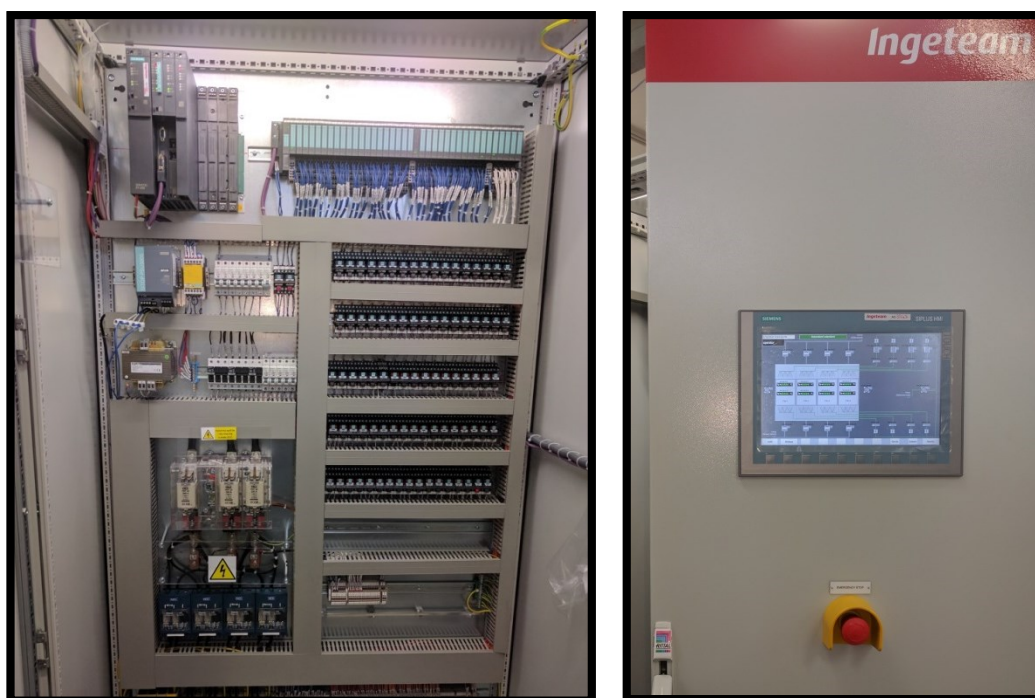
- ☐ Number
- ☒ Time
- ☒ Alarm status
- ☒ Alarm text
- ☒ Date
- ☐ Alarm class name
- ☐ Acknowledgment group
- ☐ Diagnosable
- ☐ Device

Obr. 48 – Vývojová část vizualizačního okna pro identifikaci alarmních stavů

Toto okno musí obsahovat také tlačítko pro potvrzení alarmů (ACK), na němž je umístěna ještě jedna textová vrstva (Text field). Úkolem textové vrstvy je zabránit uživateli kliknutí na potvrzovací tlačítko. Důvodem může být například fakt, že není dostupný žádný alarmní stav. Viditelné sloupce se určují v záložce „Visible columns“, která je k dispozici v černém obdélníku v pravé části. Na obrázku jsou vybrány defaultní sloupce, tj. Čas (Time), stav příslušného alarmu (Alarm status), popis alarmního stavu (Alarm text) a datum (Date). Pro tuto práci jsou poté redundantní neoznačené sloupce, mezi které patří pořadové číslo (Number), název alarmní třídy (Alarm class name – v projektu se využívají varování a poruchy), potvrzovací skupina (Acknowledgment group), možnost diagnostiky chyb (Diagnosable) a využívané zařízení (Device). Na viditelné sloupce navazuje část jejich popisu, která je zobrazena v modrém obdélníku. Zmíněné redundantní sloupce již nejsou vyplněny, pouze u pole Alarm je uvedeno, že se nepoužívá. Jednotlivá relevantní pole tedy obsahují příslušný popis, který je již k dispozici přímo v alarmním okně (zelený obdélník).

7. Uvedení do provozu

Závěrečná část, uvedení do provozu (Commissioning), je vždy zcela unikátní pro danou technologii. Nelze jednoznačně předpovědět rozsah dokončovacích prací přímo na místě. K efektivitě práce však může být užitečná, v této práci použitá, simulace dostupné technologie (viz. 4), která již v počátku vývoje umožní zamezit jednoduchým chybám či překlepům v PLC i vizualizačním programu. Mezi hlavní řídicí prvky lze v této práci řadit PLC, decentralní periferii a dotykový panel. Reálný provoz navíc vyžaduje, aby byly všechny tyto relevantní části umístěny do jednoho, pokud možno kompaktního, celku. Jedná se o tzv. Rozvodnou skříň, jež je zobrazena na **Obr. 49**.



Obr. 49 – Rozvodná skříň

Levá část obrázku nabízí přímý pohled dovnitř této rozvodné skříně. V horním levém rohu je k dispozici PLC, ke kterému je v pravém horním rohu připojena přes průmyslovou sběrnici profibus decentralní periferie. Levý roh pod PLC obsahuje rozvod napájení a pravý roh pod decentralní periferii relé pro jednotlivé I/O. Důležitější jsou však, alespoň pro tuto práci, pravé dveře rozvodné skříně (pravá část obrázku). Zahrnují totiž vizualizační část (dotykový panel), která umožní v rozvodně odprášení TP vhodně modifikovat stavy dostupných prvků technologie, a to primárně při výskytu různých poruch. Dotykový panel je pro korektní funkčnost nutné připojit přes průmyslovou sběrnici profibus k PLC a decentralní periferii. Pravé dveře skříně navíc obsahují nouzové stop tlačítko, kterým lze odpojit napájení celé skříně.

8. Závěr

Hlavním úkolem této diplomové práce bylo zpracovat vizualizační řešení pro technologii odprášení TP. Tento technologický celek je součástí TP ve společnosti Arcellor Mittal Ostrava. Vývojová část však byla postupně vytvořena ve společnosti Ingeteam a.s, kde se dostupná technologie dočasně nahradila simulačním SW, který nabízí několik výhod. Mezi nejdůležitější výhody určitě patří fakt, že lze otestovat základní nebo třeba i kritické funkce, které by přímo v provozu vyzkoušet možné jednoznačně nebylo. Vizualizace má v této práci dvě základní části, které jsou rozděleny podle způsobu využití a umístění v technologickém celku. První část je z hlediska umístění v technologickém celku vytvořena pro operátora a díky tomu je součástí vizualizace celé TP. Tato vizualizace je spuštěna na speciálním upraveném PC, tj. Vizualizační stanice. Druhá vizualizační část se z hlediska využití nabízí primárně pro servisního pracovníka. Vizualizace totiž běží na dotykovém panelu v rozvodně odprášení TP a v tomto případě se očekává, že případné úpravy budou servisním pracovníkem vyřešeny právě na tomto místě.

V této práci se vytvářely, pro obě vizualizační části, vizualizační prvky k jednotlivým zařízením a k nim i vyskakovací okna (PopUp), která po rozkliknutí vizualizačních prvků zobrazují podrobnější informace o stavu daného zařízení. V jednotlivých podkapitolách se dostupná zařízení „rozpitvala“, aby byl zcela zřejmý jejich účel, kterým přispívají k chodu technologického celku. Mezi rozebranými zařízeními jsou analogová měření, digitální měření, prvky pro ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel, prvky pro ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu, které jsou doplněny o ventily oplachové. U analogových měření je nejdůležitější, aby zobrazovaly napětí nebo proud VN pro všechna čtyři pole. K těmto hodnotám patří i označení dané veličiny a příslušná jednotka (V nebo A). Postup signálu zde začíná u snímače, kde se vstupní hodnota ze snímače převede do inženýrských jednotek. Při nevyužití „forcování“ se poté měřená hodnota přenáší na výstup, tj. aktuální hodnota (výsledná relevantní hodnota). Digitální měření má v této technologii za úkol kontrolovat tlak u ventilů oplachových a špinavého vzduchu. Jedná se tedy o dvoustavovou detekci signálu ze snímače na vstupu, který se postupně při neaktivním „forcování“ zobrazí na výstupu buď v logické 1 (korektní tlak) nebo 0 (nekorektní tlak). Prvky pro ovládání ventilátorů ofukového vzduchu a oběhových čerpadel lze vnímat jako zařízení, která se zapínají nebo vypínají. V rámci vyskakovacích oken těchto prvků je možné nastavit režim provozu. Automatický režim reaguje na předem nastavenou logiku v PLC. Manuální režim umožní zařízení kdykoliv zapnout či vypnout, a to samozřejmě s určitým rizikem, které se zmenšuje, když tyto operace provádí proškolený zodpovědný pracovník. Následují prvky pro ovládání ventilů čistého a špinavého vzduchu, které doplňují ventily oplachové. Základní principy jsou podobné s již uvedenými ventilátory ofukového vzduchu a oběhovými čerpadly. Rozdíl je patrný u vizualizačních částí. První část (vývojové vizualizační prostředí Promotic) nerozlišuje mezi ventily a využívá jeden vizualizační prvek i vyskakovací okno. Druhá část (vývojové vizualizační prostředí WinCC Basic) již definuje rozdíl mezi jednotlivými ventily. Ten je patrný přímo u oplachového ventilu, který v této části nepodporuje možnost zastavení při otevírání či zavírání.

Další odlišnosti lze spatřit ve vizualizačním prvku, jenž sice upozorňuje graficky rozdílným, přesto funkčně velice podobným způsobem na stavy příslušných zařízení. K dostupným zařízením jsou v programu a pro indikaci i ve vizualizaci doplněny tzv. podmínky provozu (Interlocks). Jejich hlavním úkolem je zajištění plynulého chodu celé technologie. Obsluhující uživatel sice může podmínky, například pro rozběh daného zařízení, ignorovat, ale právě díky tomu jej může vystavit zbytečnému riziku, které z takového jednání mohou vyplývat, tzn. opotřebení části nebo až celé technologie. Podmínky provozu (Interlocks) je možné rozdělit na rozběhové, provozní a zastavovací (Start, Run a Stop).

V podstatě každé zařízení dále musí obsahovat, ať už ve vizualizačním prvku nebo vyskakovacím okně, takové objekty, které v případě příchodích alarmních stavů dostatečně informují obsluhujícího pracovníka, že se vyskytl daný typ problému. Označují se jako alarmy a u vizualizačních prvků se jedná především o žluté (varování Warning) a červené (poruchy Fault) objekty. Navazující vyskakovací okno poté tyto objekty také obsahuje, i když v trochu rozdílné a přehlednější formě. Obě vizualizační části se však výrazně liší právě ve způsobu využití alarmních stavů ve vyskakovacích oknech. První vizualizační část využívá vývojové prostředí Promotic, který standardně podporuje ve značné míře využití standardu firmy Ingeteam a.s. Díky tomu je možné ve vyskakovacích oknech otevřít alarmní stavy tak, že se zobrazí podle označení příslušného zařízení (dynamická „filtrace“ alarmů). Druhá vizualizační část tuto možnost nepodporuje, tedy alespoň při dostupné HW konfiguraci. Použitý dotykový panel byl vybrán tak, aby byl pro společnost Arcellor Mittal Ostrava ekonomicky přijatelný. Díky tomu nepodporuje HW konfigurace ve vývojovém prostředí WinCC Basic značnou část standardu firmy Ingeteam a.s. Ve vyskakovacích oknech se to projevilo tím způsobem, že je pro takto rozsáhlou technologii nemožné filtrovat alarmní stavy. Po kontaktování podpory Siemens „support“ mě bylo řečeno: „Filtrování alarmů je u Vaší HW konfigurace umožněno pouze při využití řádově jednotek alarmních stavů.“

Uvedení do provozu (commissioning) se postupně posouvá, ale přesto je v této fázi alespoň k dispozici rozvodná skříň, která obsahuje všechny potřebné prvky, tzn. PLC, decentrální periferii a dotykový panel. Samozřejmě je zde k dispozici také napájení, relé pro jednotlivé I/O a další. Odevzdání této diplomové práce je pevně stanoveno na 28.4.2017. Uvedení technologie do provozu se mělo zrealizovat nejpozději do konce třetího měsíce tohoto roku. Odstávka se však pro tuto technologii pozdržela a je tedy jisté, že se do konce dubna nestihne. Z tohoto důvodu není možné, aby diplomová práce obsahovala podněty a zkušenosti s nasazením technologie do provozu.

Literatura

- [1] MĚKYNA, Daniel. *Návrh a implementace řídicích algoritmů pro sekundární odprášení tandemové pece*. Ostrava, 2017. VŠB – TUO.
- [2] BAŽAN, Jiří a Ladislav SOCHA. *ZÁKLADY TEORIE A TECHNOLOGIE VÝROBY ŽELEZA A OCELI Část II – Základy teorie a technologie výroby oceli* [online]. Ostrava, 2013 [cit. 2016-12-31]. ISBN 978-80-248-3353-8. Dostupné z: <https://www.fmfi.vsb.cz/export/sites/fmfi/modin/cs/studijni-opory/resitelsky-tym-2-metalurgie/zaklady-teorie-a-technologie-vyroby-zeleza-a-oceli-cast-ii-zaklady-teorie-a-technologie-vyroby-zeleza-a-oceli-II-cast.pdf>.
- [3] *Dokumentace k technologii odprášení tandemové pece*. Ostrava.
- [4] VLACH, Jaroslav. *Řízení a vizualizace technologických procesů*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 1999. ISBN 80-860-5666-X.
- [5] BOYER, Stuart A. *SCADA: supervisory control and data acquisition*. Research Triangle Park, N. C.: Instrument Society of America, c1993. ISBN 15-561-7210-9.
- [6] CLARKE, Gordon R., Deon. REYNDERS a Edwin WRIGHT. *Practical modern SCADA protocols: DNP3, 60870.5 and related systems*. 1. London: Elsevier, 2004. Engineering: instrumentation: instrumentation. ISBN 07506 7995.
- [7] KOZIOREK, Jiří, Antonín KUČERA, Jiří HAŠKA a Jan ŠMÍD. *Programovatelné automaty a vizualizace řídicích systémů*. Ostrava, 2012.
- [8] Operátorské panely. In: *Miniautomatizace* [online]. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://mini.automatizace.cz/programovani/operatorske-panely-hmi/>
- [9] Box PC. In: *Pantek* [online]. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: http://www.pantek.cz/produkty.php?id_produkту=29&produkt=&id_podkategorie=145&podkategorie=box-pc
- [10] LENDRYOVÁ, Lenka, Martin PAVELEK a Michal KONEČNÝ. *Návrh procesních systémů: programové systémy SCADA/MMI*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. ISBN 80-020-1100-7.
- [11] Intouch. *Pantek* [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.pantek.cz/produkty/intouch/>
- [12] PLACHÝ, Ladislav a Rostislav KOSEK. Step7 V13 a WinCC V13 v platformě TIA Portal. In: *Automa* [online]. Siemens s. r. o [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/step7-v13-a-wincc-v13-v-platforme-tia-portal-2014_08_52826_7617/
- [13] Obsah dokumentace PROMOTIC. *Promotic* [online]. Ostrava – Vítkovice: MICROSYS, spol. s r. o., c1991-2016 [cit. 2016-10-17]. Dostupné z: <http://www.promotic.eu/cz/pmdoc/PmDocDefault.htm>

- [14] Downloads of manuals, data-sheets. In: *Myscada* [online]. MYSCADA TECHNOLOGIES [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <https://www.myscada.org/download/>
- [15] KEBO, Vladimír, Lenka LANDRYOVÁ a Pavel HOLUB. *Návrh procesních systémů v prostředí SCADA/MMI – CITECT*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. ISBN 80-707-8410-5.
- [16] Základní informace. In: *Citect* [online]. SCADAServis, 2016 [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.citect.cz/>
- [17] Manufacturing technology. In: *WinMOD* [online]. Mewes & Partner [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: http://winmod.de/en/uploads/WinMOD_for_Manufacturing%20Technology_en.pdf

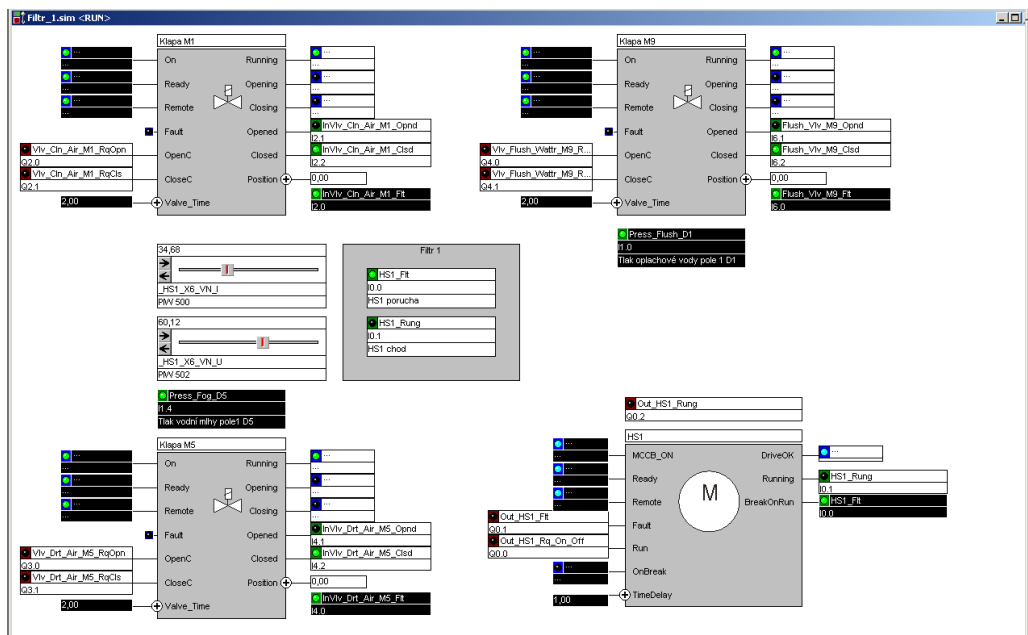
Seznam příloh

Příloha I. Simulační SW WinMOD

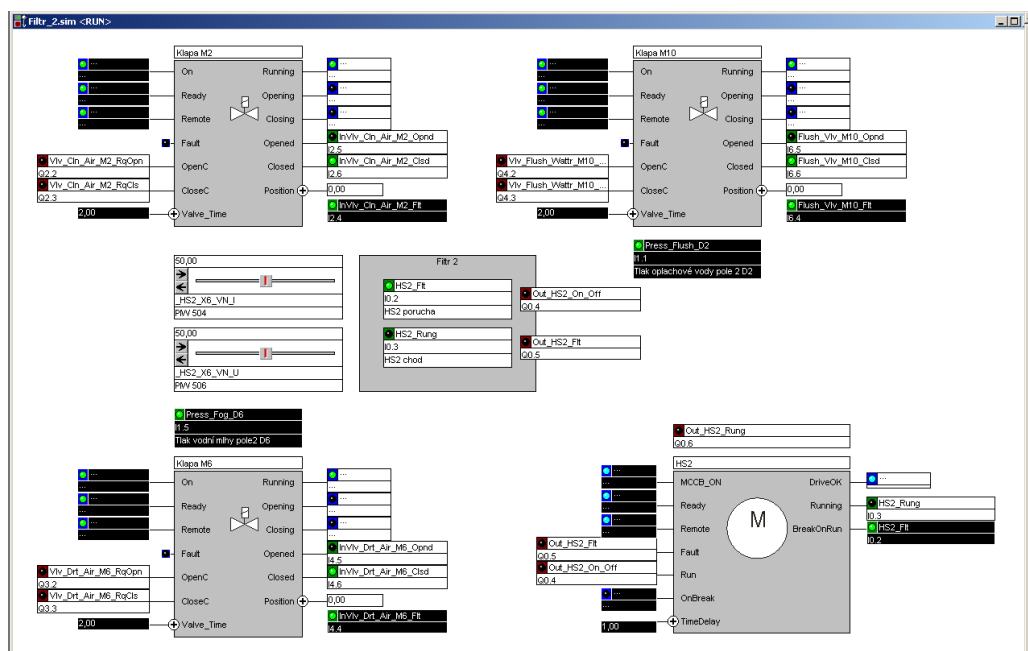
a) Okna pro simulaci technologie odprášení TP



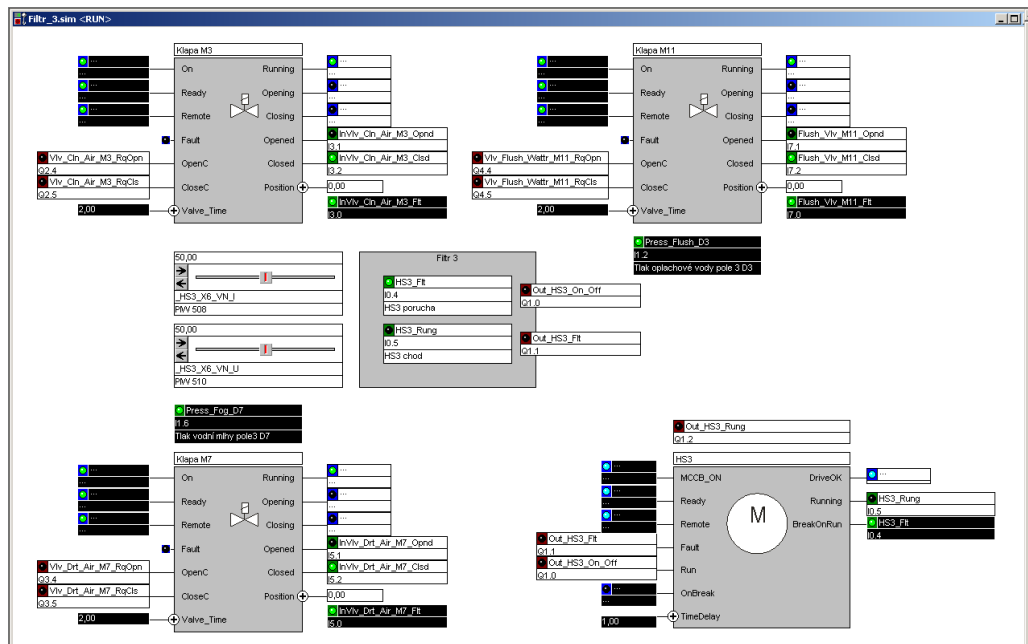
Hlavní simulační okno pro všechny pole filtru (v textu pouze upravená část pro lepší přehlednost)



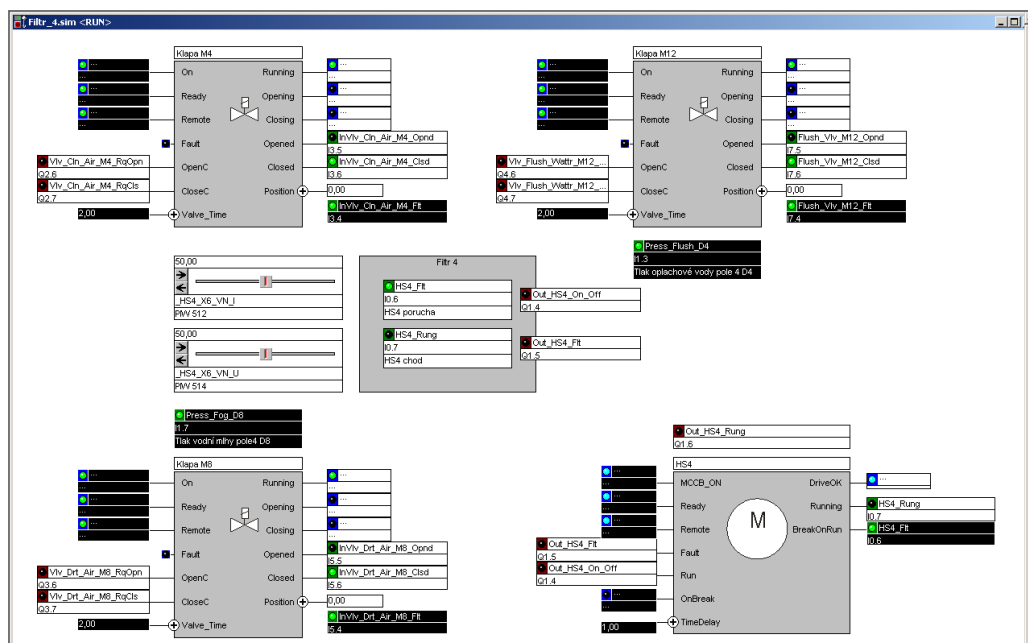
Simulační okno pro pole filtru č. 1



Simulační okno pro pole filtru č. 2



Simulační okno pro pole filtru č. 3



Simulační okno pro pole filtru č. 4

b) Doplnující fotografie



PCI karta s připojenou průmyslovou sběrnici profibus (propojení simulace a PLC)



Specifikace dotykového panelu od firmy Siemens (umístěn v rozvodně odprášení TP)

Příloha II. Struktura přiloženého CD

- a) Textová část DP ve formátu PDF**
- b) Vizualizační část v softwaru Promotic**
- c) Vizualizační část v softwaru WinCC Basic**
- d) Doplnující obrázky a fotografie**